2014

STRUCTURAL ANALYSIS



Part: 1

انجینر قریب الله انوری

1/1/2014

الفلاح د لوړو زده کړو خصوصي مؤسسه

انجینري پوهنځی



مضمون :

ساختماني میخانیک (اوله برخه)

Structural Analysis -1

لیکوال :

انجنیر قریب الله " انوري"

M.Sc (Structure) NUST Islamabad
B.Sc civil (suit Peshawar)
Master I.R (university of Peshawar)
B.A (Political Science)

TABLE OF CONTENTS

Preface

Aknowledgment

REFRENCES: (اخذ لیکونه)

1. **Structural analysis by R C Hibbler**
2. Indeterminate structural analysis by c k wang
3. Basic structural analysis: c.s.reddy
4. Elementary structural analysis: j.b.willbur, c.h. norris and utku
5. Plastic methods of structural analysis: b.g. neal
6. Theory of structures: b.c.punmia, ashok jain, arun jain

لومړی څپرکی

د ساختمان ډولونه او بار Types of structure and Loads

ساختمان (structure)

ساختمان عبارت دی د هغه وصل شو برخو څخه کوم چي د بار زغملو لپاره استعمالیږي

په سیول انجنیري کې د ساختمان مثالونه

i. تعمیر
ii. پل
iii. ډیم
iv. د فولادو پاي

تحلیل (Analysis)

په یو ساختمان کې د وارده بار له امله د پیدا شو قوو (عرضي قوه، انحناي مومنت ، تشنجات) محاسبه کولو ته د ساختمان تحلیل وایی.

ډیزاین (Design)

په ساختمان کې د سیخانو یو خاص نسبت په دی ډول ځاي پر ځاي کول تر څو د ساختمان خپل وزن (self weight) او وارده بار په منظم توګه اساس ته انتقال شي.

د ډیزاین اړتیاوي (Requirements of Design)

د یو ساختمان د ډیزاین په وخت باید یو انجنیر لاندیني نقاط په نظر کی وساتي.

۱.حفاظت (Safety)

۲.مهندسي (Architecture)

۳. بهره برداري يا ګټه اخيستنه (Serviceability)

۴.اقتصاد (Economy)

۵.چاپيريال (Environment)

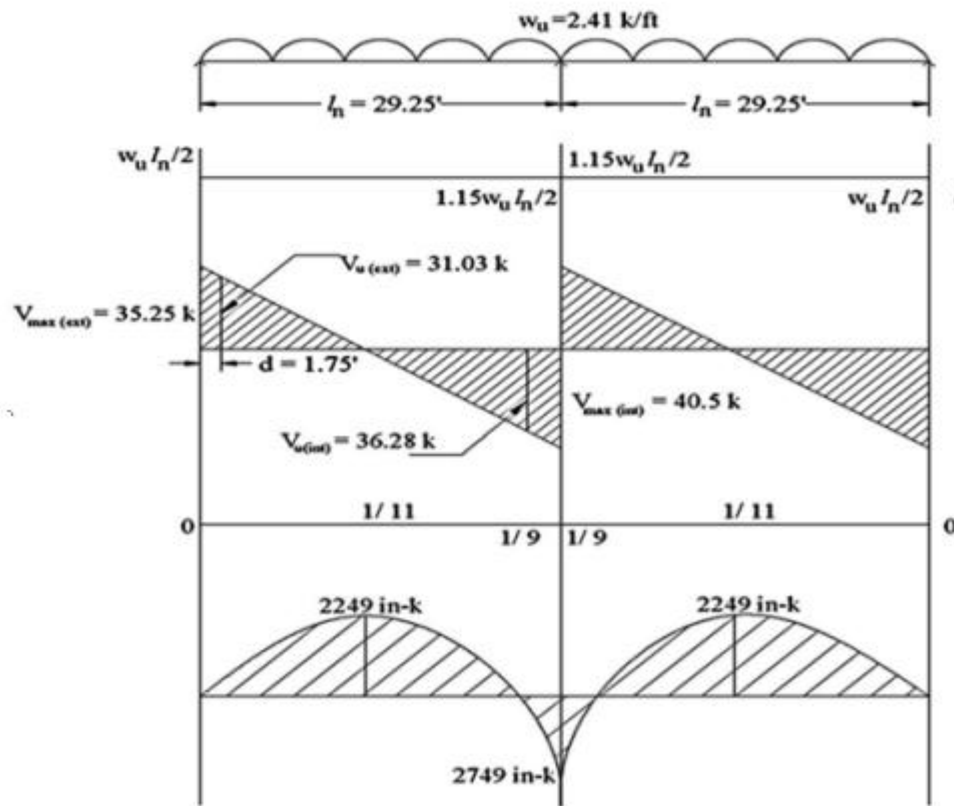
د ساختمان ډيزان بايد يو تجربه کار انجنير تر سره کړي تر څو په دي پوه شي يو خاص حالت د کوم ډول ساختمان اړتيا لري

د ډيزاين پروسه يوه تخنيکي موضوع ده لهذا د ډير دقت څخه بايد کار واخستل شي او هغه اساسي علم چي د مواد مقاومت ، ميخانيک قضيي ،او د موادو تخنيکي خواصو سره تعلق لري بايد په غور مطالعه شي.

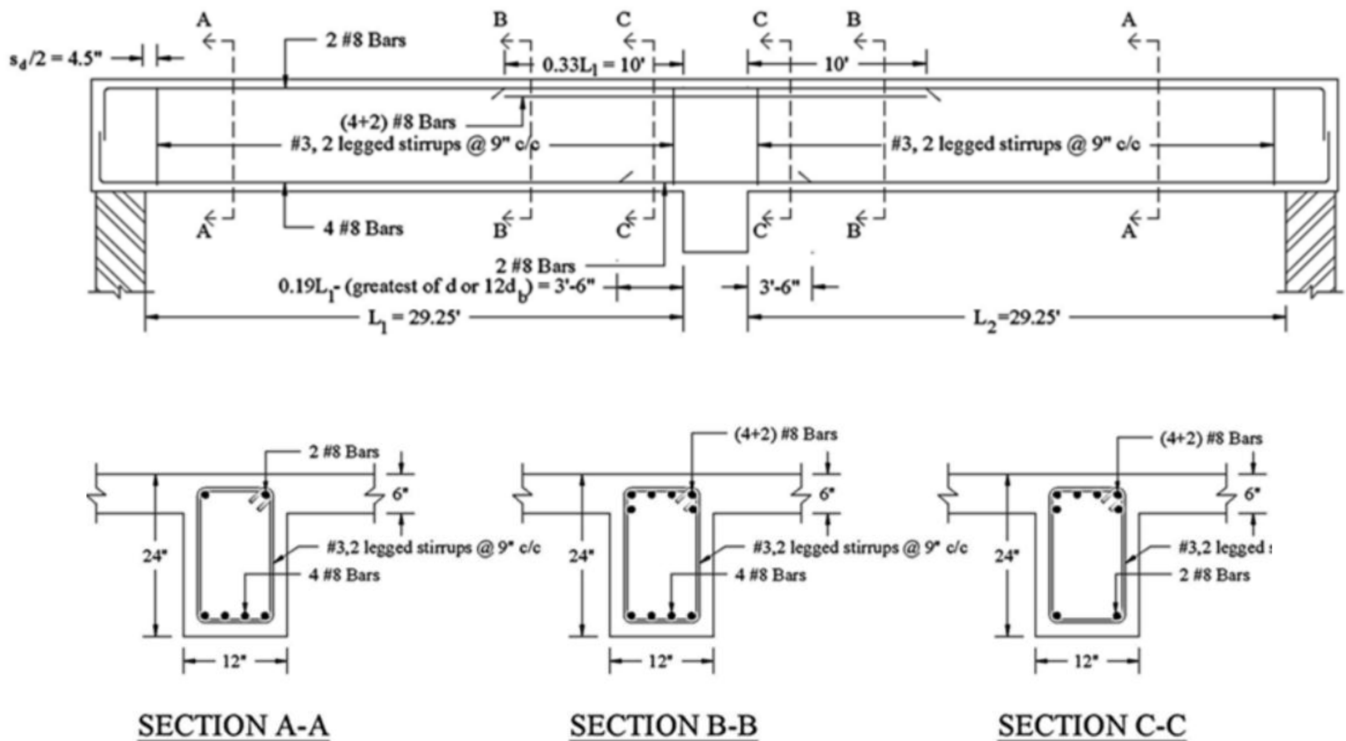
په عملی ساحه کی د تحليل او ډيزاين اهميت.

په عملی ساحه کی د ساختمان جوړخت تر هغه وخته نشی پشپړيدی تر څو په ساختمان عمل کونکی بارونه او هغه موخی د کوم لپاره چی ساختمان جوړيږی په دقيق ډول مطالعه نه شی.

د بارونو مشخص کيدو وروسته نوموړی ساختمان د تحليل مرحلی څخه تيريږی او هغه پايلی لاس ته راوړل کيږي کوم چی يو ساختمان د مختلفو تخنيکی ستونځو سره مخامخ کوی.(تشنجات، مومنټ ،پريکونکی قوی او ځينی نور) .وروسته له دی د ساختمان ظرفيت پيدا کولو لپاره د ډيزاين مرحله تر سره کيږي کوم کی چی د ګاډر مقاومت او ظرفيت مشخص کولو لپاره د سيخانو قطرونه او اندازی ټاکل کيږی او د مختلف ساختمانی عناصرو ابعاد او ډولونه ټاکل کيږی.پورتني معلومات لاندی ورکړل شوی بيلګی سره نور روښانه کوو.



د پورتني ګاډر د تحلیل څخه وروسته د عرضی قوی دیاګرام په اساس د نوموړی ګاډر کرېدمک ډیزاین کیږی او همدا راز د مومنټ دیاګرام پر اساس د ګاډر طولی سیخان ټاکل کیږی.



د ساختماني عناصرو ويش (classification of structural elements)

يو ساختماني انجنير ته دا ډير مهمه ده چي د ساختمان ټولي برخي کوم چي د بار زغملو لپاره استعماليږي بايد وپيژني.

په نوموړي فصل کښې دا ټولي موضوع ګاني تر څيړني لاندي نيسو.

ساختماني عناصر (Structural Elements)

هغه بنستيز عناصر چي يو ساختمان تري جوړيږي عبارت دي له ساختماني عناصرو نه.
بيم ، پايه او داسي نور.

۱. ټاي راډ (Tie Rod)

ټاي راډ د ساختمان هغه برخه وي کوم چی ده کششي قواو لاندي قرار لري.ده بار ده نوعيت له امله دا برخي ډيري نري (slender) وي.

مثال:راډ ، ميله ، angle

۲.بيم (Beam)

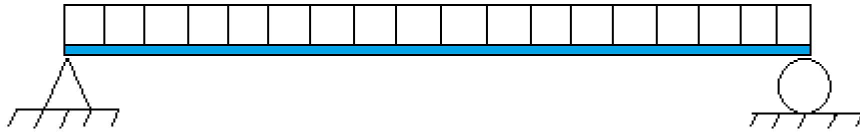
ګاډر له يو خطي ساختماني عنصر څخه عبارت دي، چي په کوږوالي کی کار کوی او په حقيقت کې د عمودي بارونو د ذغملو او انتقالولو دندي په غاړه لري، لکه د پوښښونو (Slab) وزنونه چي پربيم واقع وي.

د بيمونو ډولونه نظر اتکاګانو ته

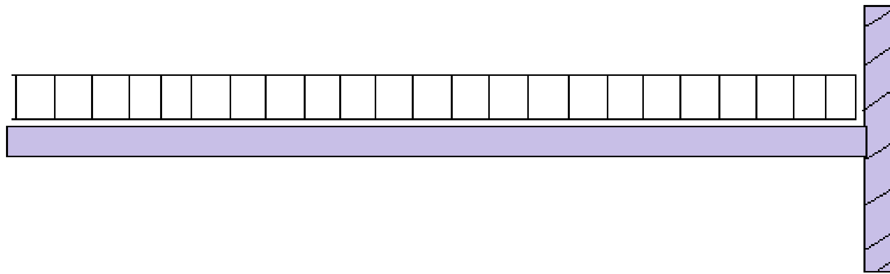
(Classification of beams based on supports)

نظر اتکاګانو ته بيمونه په لاندی ډول دی .

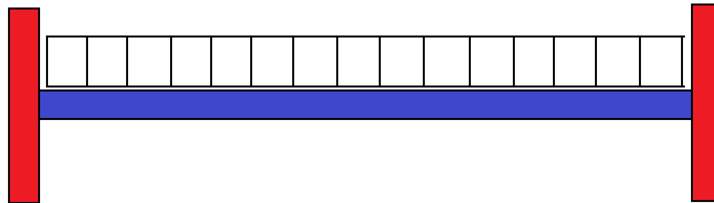
۱ساده اتکايي ګادر (Simply supported beam.)



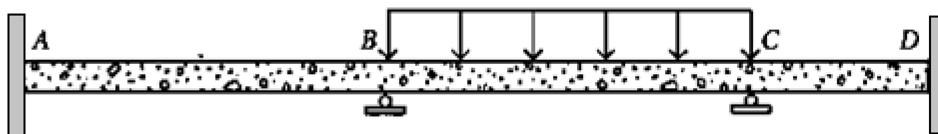
۲ کنسولي ګادر (Cantilever Beam.)



۳ سخت ګادر په دواړو انجامونو کي (Fixed supported Beam.)

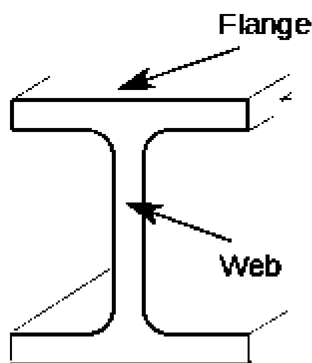


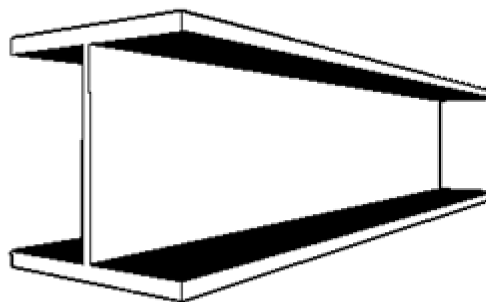
۴ مسلسل ګاډر (Continuous Beam.)



ګادر زیاتره د انحناي مومنت جذبولو لپاره ډیزاین کیږي خو که دګادر طول کم او بار ډیر زیات وي په دي مهال د عرضي قوي دیزاین هم په نظر کې نیول کیږي.

که چیرته ګادر لپاره استعمال شوي مواد فولاد وي د شکل په څیر (I ډوله) مقطع یې ډیر مناسب نتایج ورکوي.





د ګادر افقي برخه (Flange) د مومنت او همدا رنګه عمودي برخه (Web) دعرضي قوو په مقابل کې عکس العمل خایي.

دا مقطع په عامه توګه د (Wide flange) په نامه یادیږي.

د کانکریټ ګاډر عموماً مستطیلي مقطع لري لهذا په عملی ساخه کې یي جوړخت construction ( ) نسبتاً اسان وي.د کانکریټ مقاومت د کششي قواو په مقابل کې ډیر کم وي.

پایه (Column)

پایه د ساختمان هغه عمودي برخه ده کوم چي زیاتره فشاري قواوي په یو منظم ډول تهداب ته انتقاله وي.

ځیني وختونه د فشاري بارونو سربیره مومنتونه هم په پایي عمل کوي ، چي د مومنتونو او نارملي قواوو عمل په یو وخت کې په هغه چوکاټونو کې رامنځ ته کیږي ، چي سختي غوټي (Fixed joints) پکې موجودي وي.

ځرنګه چي د ستنو ماتيدل د ودانيو د ماتيدو لامل ګرځي ، بايد په ډيزاين کې يي له ډير دقت (accuracy) څخه کار واخستل شي.

بنسټ (Foundation)

بنسټ د وداني هغه برخه ده چي د ساختمان بار يا وزن د خاوري هغه برخی ته انتقالوی چی بنسټ ورباندی پروت وی.

د بنسټ موخه دا ده چی د ودانی بار په يو پراخه ساحه وويشل شی تر څو په يوه نقطه کی د بار د تولیدو مخنیوی وشی او خاوره د زيات بار څخه وژغوری.

بنسټ د ودانی لپاره هواره سطح برابروی او د تاويدو څخه يی مخنيوی کوی

د ساختمان ډولونه (Types of structures)

د ساختماني ترکيب او هغه مواد چي دا عناصر تري جوړ وی د ساختماني سيستم په نامه بلل کيږی

ترس (Truss)

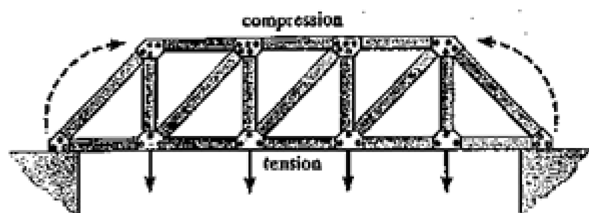
د مثلثي برخوڅخه جوړ هغه ساختماني جوړخت چي د فلز يا لرګو نري ميلي پکې په مثلثي شکل يو ځاي شوي وي او دا ميلي د کششي يا فشاري قواو لاندي واقع وی عبارت دی له ترس څخه.

په ترس کې ټولي قواوي په محوري بڼه اساس ته انتقاليږي.

ترسونه په هغه ساختمانونو کښی استعماليږي، چي وايه يي لوي وي او د ګادرونو استعمال پکی غير اقتصادي وي.

ترس ته په ګادر هله فوقیت ورکول کیږي که مونږ د ساخمان په طول کې دلچسپي ولرونه په ژوروالي کې.دا به ډیر اقتصادي وي که مونږ ترس د 9m نه 30m فاصله کې استعمال کو، اګرچي دي نه زیات فاصلی ته هم استعمالیږي.

په ترسونو کې د عناصرو د هندسي شکله ترتیب له امله کوم بار چي د ترس د کوږوالي لامل ګیږي، د ترسونو په عناصرو کې په کششي او فشاري قواوبدلیږي.





کیبل او کمانونه(Cables and Arches)

د زیاتو فاصلو د پریکړي لپاره استعمالیږي .

کیبل د استواني شکل ته ورته دي اوارتجاعي عناصرو يي د قوي مقاومت لرونکو سیخانو څخه جوړښت موندلي دي.

د کیبل ارتجاعیت ډیر زیات وي او بارپه کششي توګه اتکاء ته انتقاله وي.

به کیبل کې قواوي د کششي میلو په څیر په محور قرار نه لري او همدا وجه ده چي کیبل د قوس شکل اختیاروي.

څرنګه چي کيبل په اساني سره قات کيږي او د لږ بار له امله ميلان او کړوپيدنه پيدا کوي به همدي اساس د کوږوالي مومنټ او عرضاني قوي پکې صفر دي او يوائې نارملي کششي قوي پري عمل کوي.

کيبل د پلونو او تعميرونو چت موجود ساتلو کې استعماليږي.

د نورو ساختمانونو پرته کيبل ډير مقاومت لرونکي وي او همداراز د لويو وايو لپاره استعمالږي.



که چيرته فاصله د ۴۶متر نه زياته وي بايد د کيبل استعمل ته فوقيت ورکړي شي ځکه چي دا هميشه په کشش کې وي او د نا استواري امکانات يي ډير کم وي.ګادر او ترس سمدلاسه ويجاړيدو خاصيت لري .د کيبل واحد ستونذه د قوس شکل اختيارول او تړل دي.

کمان (Arch)

کمان د يو منحني ګادر څخه عبارت دي ، چي محدب شکل لري او خپله قوه په فشار کې ذغمي.

د خپل شکل ساتلو لپاره بايد کمان شخ وي.

کمان نسبتاً ګادر ته ډیر مقاومت لري او اکثر په لویو وایو کې استعمالیږي.

کمان په دواړو انجامونو کې اتکاګانو سره وصل وي چې په همدي ټکو کې افقي او عمودي فشارونه منځ ته راځي .



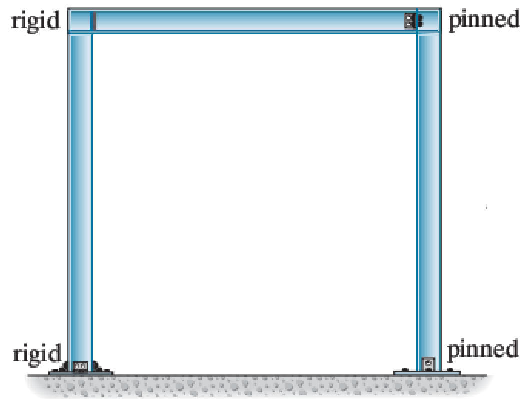
کمانونونه هغه ساختمانونوکې چې د زیات بار لاندي واقع وي او یا هم مهندسي ښکلا په خاطر ور څخه استفاده کیږي.

چوکاټ (Frame)



که چیري دوه یا له دوو څخه ډیري عمودي او افقي یا عمودي او مایلي میلي خپلو منځونو کې سره د سخت یا ساکني اتکا په واسطه وتړل شي له چوکاټ څخه عبارت دي.

چوکاټ د ګادر او پایو څخه جوړ وي چې په اکثر تعمیرونو کې استعمالیږي. دا چوکاټونه د اساس سره په سخته ،متحرکه اویا په ساکني اتکاء وصل وي چې وارده بار په منظم ډول ، بدون د څه ویجاړتیه ، اساس ته انتقاله وي.د چوکاټ په افقي او عمودي برخه (ګادر او پایه) کې د بار له امله انحناي مومنت پیدا کیږي خو کچیرته د چوکاټ اتکاء سخته وي تحلیل یې ده نامعین ساختمان په څیر کیږي.



سطحي ساختمان (Surface structure)

سطحي ساختمان د هغه موادو څخه جوړ وي چي پنډوالي (thickness) يي ډير کم وي نسبتاً د نورو ابعادو(Dimensions).

د زيات ارتجاعبت له امله دا مواد ډير انحنا قبلونکي دي، چي کيدايشي ، د يو خيمي شکل اختيارکړي.

په دواړو حالاتو کې دغه ماده د يو پردي په شکل کار کوي.

بار (Load)

هر کله چي د يو ساختمان د عناصرو اندازه وټاکل شي ؛ نو لاذمه ده چي هغه بارونه پيدا شي کوم چي ساختمان يي ذغمي.

يو ساختمان د مختلف بارونو لاندي قرار لري ، د بار مختلف ډولونه لاندي تشريح شوي.

دايمي بار يا مړ بار (Dead Load)

د يو ساختمان د مختلفو برخو خپل وزن اود هغه اجسامو وزن چي په ساختمان مستقل قرار لري عبارت دي ده مړ وزن څخه.

ده مړ وزن مقدار او موقیعت ثابت وي.

په ساده الفاظو د ساختمان مړ وزن په هغي کې ده موجود ګادر، پايي ، سلب، ديوال، کړکۍ ، او د ډبرو وزن دي.

د ساختمان مړ وزن پيدا کول يو خاص پروسه لري ، پدي پروسي کې د مختلف موادو د کثافت څخه کار اخستل کيږي.
د مړ بارونو د محاسبي لپاره د ساختمان د بيلا بيلو برخو اندازي معلوميږي او بيا د نومړو برخو وزن نظر د نومړو موادو کثافت ته پيدا کيږي.

ګڼه	ساختماني مواد	حجمي وزن (Kg/m³)
۱	د مصالح سره د معمولي پخو خښتو ديوال	1800
۲	د مصالح سره د معمولي پخو خښتو ديوال(شګه چونه او سيمنت)	1700
۳	د غير منظم طبيعي ډبرو ديوال	2400
۴	سيخ لرونکي کانکريټ	2400
۵	وچه خاوره	1840-1410
۶	لمده خاوره	2000-1600
۷	وچه شګه	1600-1540
۸	لمده شګه	2000-1760
۹	د چوني ډبره	2000-1800
۱۰	مصالح (ګچ او شګه)	1100

د مړ بارونو پیدا کول

Determination of Dead Load

څرنګه چې پوښښونه (Slab) خپل وزنونه بیمونو (Beam) ته انتقالوي او بیمونه خپل وزنونه ستنو ته (Column) او ستني يي تهداب (Foundation) ته نو په دي اساس هغه بار چې د سلب په واسطه ګاډرنو ته انتقالیږي باید په هغه پوه شو.

باید اوايو چې موقتي بارونه په ودانيو کي دسلب (Slab) په واسطه زغمل کیږي او ګاډرونو ته انتقالیږي نو له دي امله باید نظر د بارونو ویشني ته د سلبونو ډولونه وپیژنو .

سلب (Slab)

د یوافقي ورقه اي جسم څخه عبارت دي چې په کشش کي واقع وي . هغه وزن چې په سلب عمل کوي واحد يي عبارت دي له Kg/m^2 ، KN/m^2 ، T/m^2 او داسي نور.

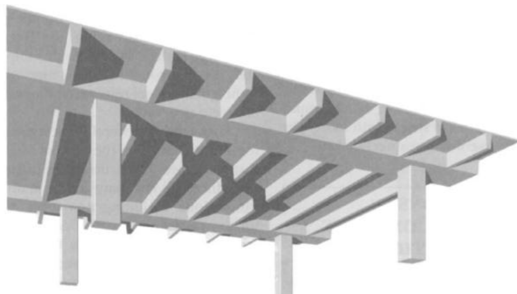
سلبونه نظر د بارونو ویشلو ته په دوه ډوله دي :

١ – یو اړخیزسلب (One Way Slab)

٢ – دوه اړخیزسلب(Two Way slab)

١ – یو اړخیزسلب (One Way Slab)

له هغي سلبونو څخه عبارت دي چې خپل بار په دوه لورو ویشي ، چې هغه لوري د لنډو لورو څخه عبارت دي که چیري د یو سلب د اوږود لوري او لنډ لوري نسبت د دوو څخه ډیر شي نو د اد یو اړخیز سلب په نوم یادیږي.

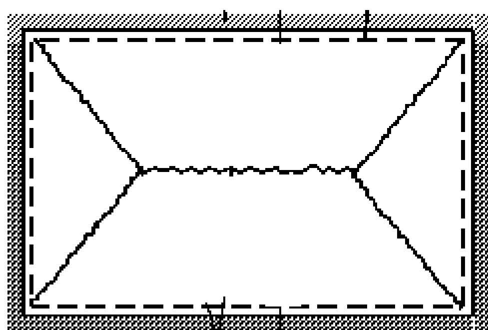


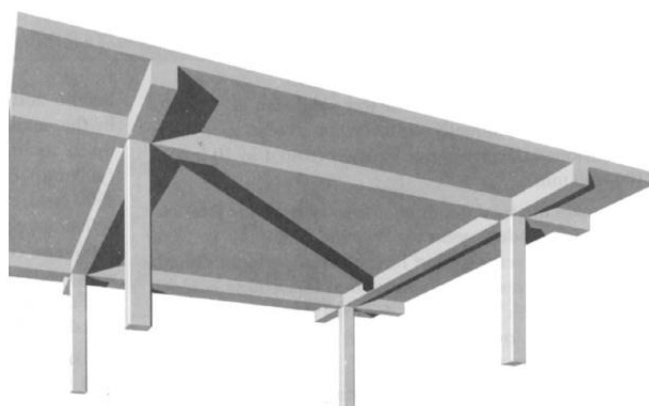
$$\frac{\text{Long side}}{\text{Short Side}} = \frac{b}{a} > 2$$

۲ – دوه اړخیزسلب (Two Way slab)

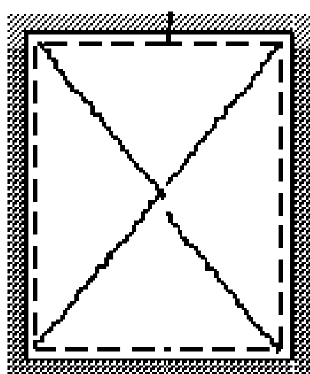
له هغي سلب څخه عبارت دي چې خپل بار په څلورو لورو ویشي ، که د یو سلب د اوږود لوري او لنډ لوري نسبت له دوه او یا له دوو څخه کوچني شي له دوه اړخیزي سلب په نوم یادیږي. په دي سلبونو کي بارونه په اوږود لوري د ذوذنقي په شکل او په لنډ لوري د مثلث شکل عمل کوي لکه د شکل په څیر

$$\frac{\text{Long side}}{\text{Short Side}} = \frac{b}{a} < 2$$





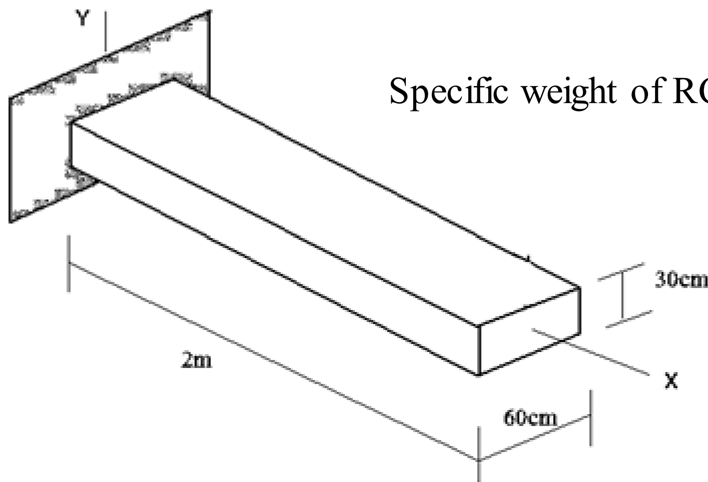
که چیري د اوږود لوري او لنډ لوري نسبت د یو بل سره مساوي شي یعني دواړه لوري عیني ابعاد ولري په دي صورت کي په ټولو لورو د مثلث په شکل عمل کوي لکه د شکل په څیر



مثال: ۱

که ده یو کنسولي ګادر اوږدوالي 2 متره او د عرضي مقطع اندازه يي (30x60)cm وي تاسي يي د ه مقطعي وزن پيدا کړي که چيري ګادر له اوسپنيز کانکريټو څخه جوړ وي.

حل:

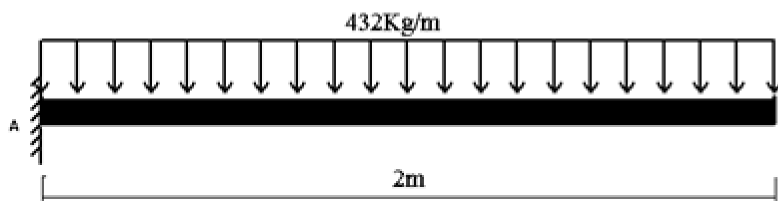


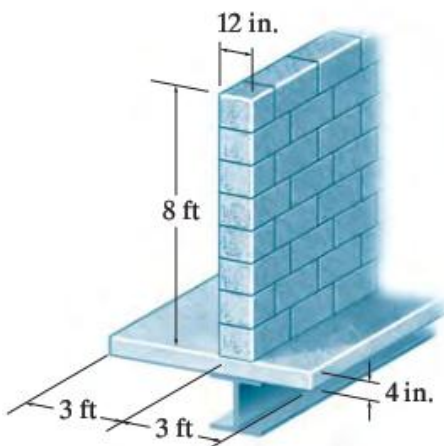
Specific weight of RCC, $\gamma_{RCC}=2400Kg/m^3$

$$w = (bh).\ \gamma_{RCC}$$

$$= (0.3x0.6).\ (2400)$$

$$= 432Kg/m$$





مثال : یوګادرچي (6ft x 4in) ابعاد لرونکي سلب د وزن برداشت کولو لپاره استعمال شوي.که چيرته سلب د پاسه 8m لوړد کانکريټو بلاکي ديوال چي عرض يي 12in وي، قرار ولري .تاسي د ګادر په في فټ کې وارده بار پيدا کړي.د موادو کثافت په لاندي ډول دي.

کانکريټ سلب: $8\ lb/ft^3$

ديوال : $105\ lb/ft^3$

حل :

کانکریټ سلب وزن : مخصوصه وزن x حجم

6 x (4/12) x 8 = 16 lb/ft

دیوال وزن: 1 x 8 x 105= 840lb/ft

مجموعي بار = 840+16 = 856 lb/ft

ژوندی بار (Live Load)

له هغي بارونو څخه عبارت دي، چي د هغوي مقدار او موقيعت ثابت نه وي.

ژوندی بار په ساختمان موقّتي قرار لرونکي اجسامو د وزن ،د انسانانو وزن ده عراده جاتو (Vehicles) وزن، زلزله او یا د باد له وجي مینځ ته راځي.

د ژوندي بار تعين د ساختمان سابقه تاريخ او هغه قوانين کوم چي د امريکا کانکريټ انستيتوت (ACI) وضع کړي، کيږي.

څرنګه چي د موقعتي بارونو مقدار بدلون مومي په همدي اساس په دي بارونو کې د ساتني د اضافه باري ضريب (Factor of safety) په پام کې نيول کيږي.

$$W=1.2(D.L) + 1.6(L.L)$$

ګڼه	د ودانيو ډولونه	دژوندي بار اندازه (kg/m^3)
۱	استوګنځي	200
۲	دفترونه	400-250
۳	ټولګي	200
۴	ګدام (سپک وزن لپاره)	625

۵	ګدام (درووند وزن لپاره)	1250
۶	کتابتون	750
۷	هوټل	500
۹	روغتون	300
۱۰	زیني او برنډي	500-300
۱۱	پلورنځي	625

د باد بار (wind load)



هغه بارونه چې د باد له امله په ساختمان واریدیږي، عبارت دي له wind load څخه.

هغه ساختمانونه چې د سمندر په غاړه موقیت لري یا هم لوړه ارتفاع ولري له دي ډول ستونځو سره مخامخ کیږي او په ډیزاین کې یې ده باد بار له پاره خاص د خوندیتوب ضریب په نظر کې نیول کیږي.

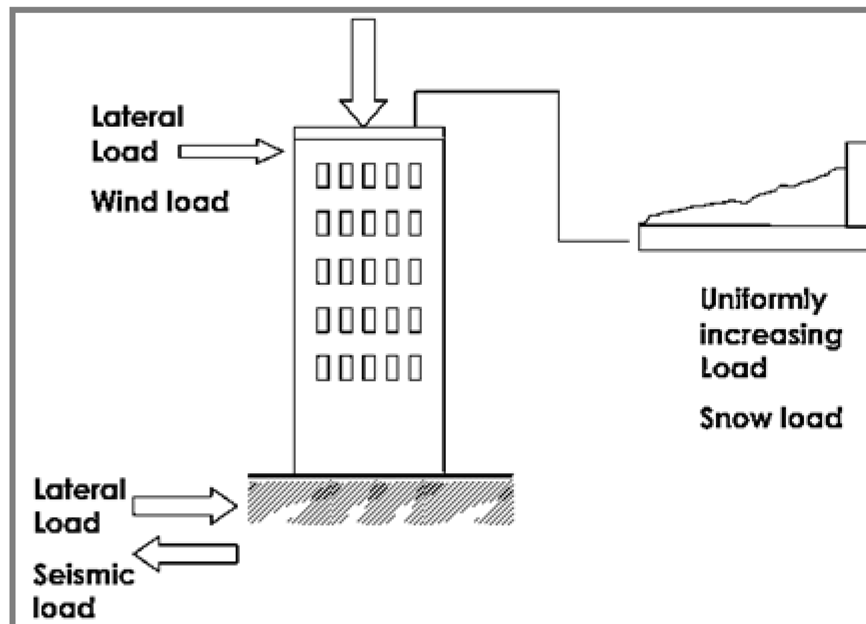
عادي ودانیو لپاره د باد بار په نظر کی نه نیول کیږي.نوموړی بارونه د ساختمان په موقیعت ، ارتفاع ، شکل ، سایز او د هوا شدت پوری اړه لری.

د زلزلی بار (Earthquake or seismic load)

په موجوده وخت کی د سول انجنری ، Earthquake برخی ډیر پرمختلګ کړی او د هر ساختمان په ډیزاین کی د زلزلی بار په نظر کی نیول مهم کنټرل کیږي.دا عبارت دی له هغه بارونو څخه کوم چې د زلزلی موجونو له امله د ساختمان په بنسټ واردیږی او زیاتره د ګاډرو او ستنو تر منځ جاینټونه د ویجاړتیا سره مخامخ کوي.

زلزله یا داتش فشان (volcanic eruptions) له وجی مینځ ته راځی یا د ټیکټونک طبقې (tectonic plates) د حرکت له امله.

نوموړي بارونه د ساختمان په موقیعت (Siesmic Zones) پوری اړه لری.

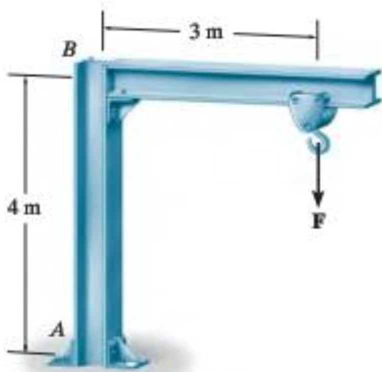


دوهم څپرکی
د ساختمانونو معین والی او استواری
(Determinacy and stability of structures)

هغه ساختمانونه چې په عملی ساحه کی تری ډیره استفاده کیږی او روزمره ژوند کې مهم رول ادا کوی ، په د فصل کې یې د تحلیل مختلف اړخونه تر څیړنې لاندې نیول کیږی.معین ساختمانونه د تحلیل یو ساده پروسه لر ي کوم کې چې تعادل معادلې د تحلیل لپاره کافي کیږي.تر څو ډیر دقیق نتایج لاس ته راوړو باید اول تحلیل لپاره د ساختمان یو مناسب موډل په نظر کې اونیسواو بیا د ساختماني استواري اړتیاوي پوره کو.

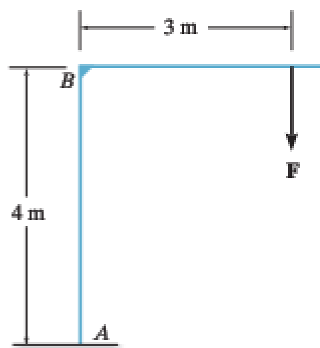
ایډيالي ساختمان (idealized structure)

د یو ساختمان تحلیل هیڅ کله کاملاً دقیق نشي کیدلي تر څه حده پیچلتوب حتماً پکې موجود وي پر د مهال د بارونو اومواد مقاومت لپاره وضع شوو اټکلونو (estimates) څخه باید کار واخستل شي.



د ایډیالي ساختمان جوړولو لپاره د مختلف تخنیکونه څخه استفاده کیږي.د بیلګې په ډول

په شکل کی یو کرین ښودل شوی ، که چیرته د نوموړی کرین ایډیالی ساختمان جوړول وغواړو لومړی په B نقطه اتکاء فرض کوو چی شخه ده او همداراز د A ټکی اتکاء سخته فرض کوو نو مونږ سره د ایډیالي ساختمان برخی د یو دوه وصل شوو خطونو په واسطه په لاندی ډول جوړیږي.

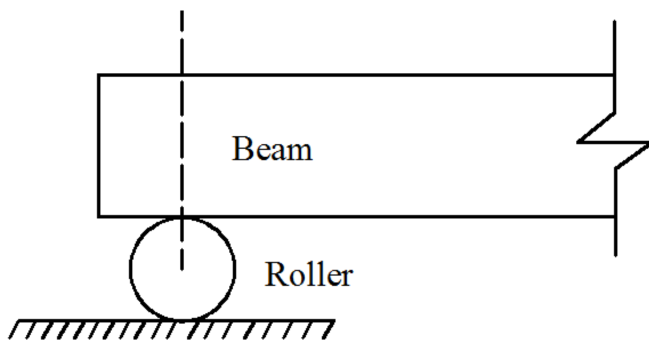


د اتکاء ډولونه (Types of support)

په ساختمان وارده بار د اتکاء په ذریعه باید په یو منظم ډول اساس ته انتقال شي.په عمومي ډول مروجي اتکاګاني په لاندي ډول دي.

۱.ازاده یا متحرکه اتکاء (Roller support)

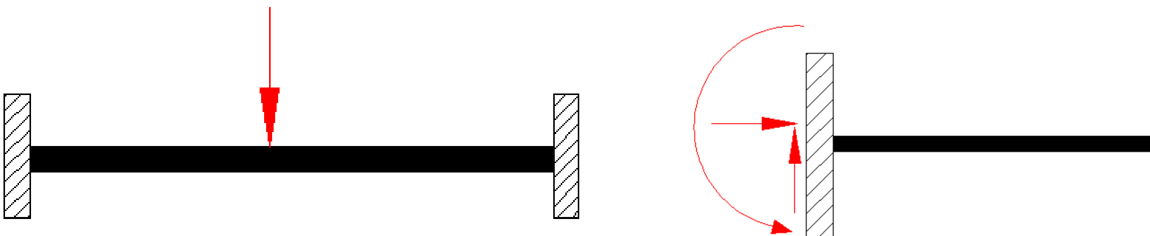
متحرکه اتکاء عبارت ده له هغي اتکا څخه چي په یو لوري د جسم د حرکت مانع وي او یو عکس العمل لرونکي وي. متحرکه اتکاء د افقي قواو(Horizontal forces) او مومنټ (Moment) په مقابل کې عکس العمل نه شي ښودلي فقط د عمودي قواوو پر مقابل کی د ځانه مقاومت ښائي.





۲.سخته اتکاء (Fixed support)

سخته اتکاء له هغي اتکا څخه عبارت ده چي یو ساختماني عنصر له بل ساختماني عنصر سره داسي وصل کي چي هیڅ حرکت پکې پاتي نه شي.

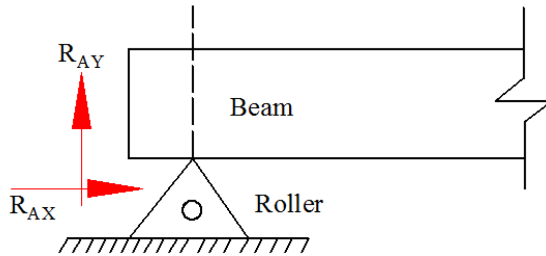


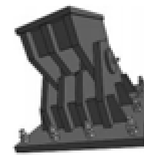


سخته اتکاء د افقي قواو ، عمودي قواو اودوراني قواو (مومنت) مقابل کې دخپل ځانه مقاومت ښايي دغه ډول اتکا داوسپنيزو کانکريټو ، ويلډنګ ، نټ او بولټ او داسي نورو په پواسطه لاس ته رازي. دغه اتکاء دري عکس العملونه لري.

۳. ساکنه اتکاء (Hinge Support)

له هغي اتکا څخه عبارت ده چي په دوه لورو د حرکت مانع وي او دوه عکس العملوونه ولري.





د دي ډول اتکا عام مثال په دروازو کې لګيدلي چپراس دي.

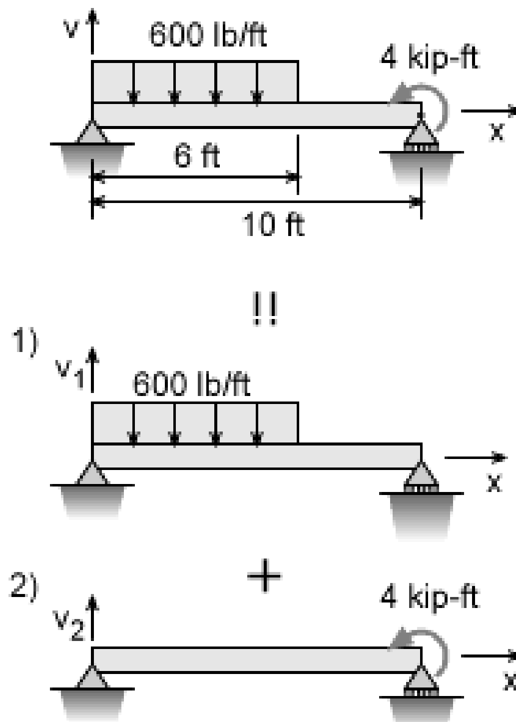




د تجمع قاعده (Principle of Superposition)

د ساختمان په یو نقطه کې مجموعي تشنج مساوي کیږی د مختلفو وارده قواو جلا جلا تاثیر سره .

کله کله یو جسم د یو زیات شمیر قوو لاندې عمل کوي چې د جسم په انجامي مقطعو او هم د جسم په اوږدو کې په مختلفو مقطعو باندې قوې تاثیر کوي. په داسې حالتونو کې قوې بیل بیل محاسبه کیږي او تاثیر یې د جسم په ټاکلي مقطعې باندې مطالعه کیږي. او د جسم مجموعي د شکل بدلون په ټولو مقطعو کې د شکل د بدلونونو د الجبري مجموعې څخه په لاس راځي.چې د شکل د بدلونونو دمجموعې پیدا کولو دغه قاعده د تجمع قاعده بلل کیږي.



د تجمع قانون مطابق په پورتنی بیلګه کی د ویشلي بار او مومنت لپاره د تشنج جلا جلا تاثیر پیدا کیږی او دنوموړیو تشنجاتو مجموعی څخه اصلي قیمت په لاس راوړل کیږی.

په ساختمان د تجمع قاعده عملي کولو لپاره مهم دي چي د هوک قانون باید پری عملي شي.

د تعادل معادلي (Equilibrium Equations)

یو ساختمان یا د ساختمان یوه برخه هغه وخت په تعادل کې وي که چیرې دخارجي قواو په پائله کې جسم خپل توازن برقرار وساتي.

$\sum F_X = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M = 0$

$\sum M_X = 0 \quad \sum M_Y = 0 \quad \sum M_Z = 0$

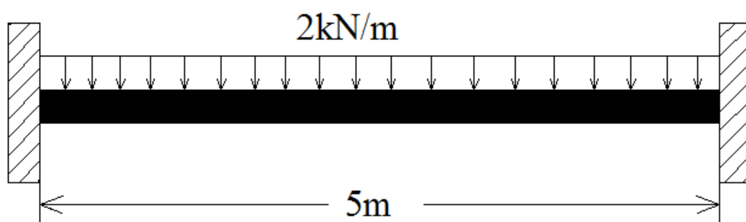
د ساختمانونو معین والي
(Determinacy of structures)

۱.نامعین ستاتیکي ساختمان (Statically indeterminate structure)

له هغه سیستمونو څخه عبارت دي، چې د سیستم اتکایزي قوې د ستاتیک د تعادلي معادلوپه مرسته پیدا نه شي یعني ساختمان کې د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو څخه زیات وي.

د ستاتیک تعادلي معادلي عبارت دي له

$\sum Fx = 0 \qquad \sum Fy = 0 \qquad \sum Mx = 0$



تعادل معادلی > نامعلومی قوی

4 > 2

نامعین ستاتییکی سیستم

یادونه : ګاډرونو لپاره افقی قواوی په نظر کی نه نیول کیږی او همدارنګه $\sum F_X = 0$ معادله .

کولی شو د لاندی فورمولونو په مرسته د مختلف ساختمانونومعین والي پیدا کړو.

1) ګاډرونه (Beams)

معین ستاتیکی ساختمان $r = 3n$

نا معین ستاتیکی ساختمان $r > 3n$

2) چوکاټونه (Frames)

معین ستاتیکی ساختمان $r = 3n$

نا معین ستاتیکی ساختمان $r > 3n$

3) ترسونه (Trusses)

$b + r = 2j$ ………….determinate truss

$b + r > 2j$……….Indeterminate Truss

د ساختمان معین والی پیدا کولو لپاره لومړی د ساختمان د ټولو غړیو یا د یو څو برخو Free body diagram کاړل کیږی او د دیاګرام په مرسته نامعلومی قوی د سیستم تعادلی معادلو سره پر تله کیږی او یا هم د فورمول په واسطه د ساختمان معین والئ لاس ته راوړل کیږی.

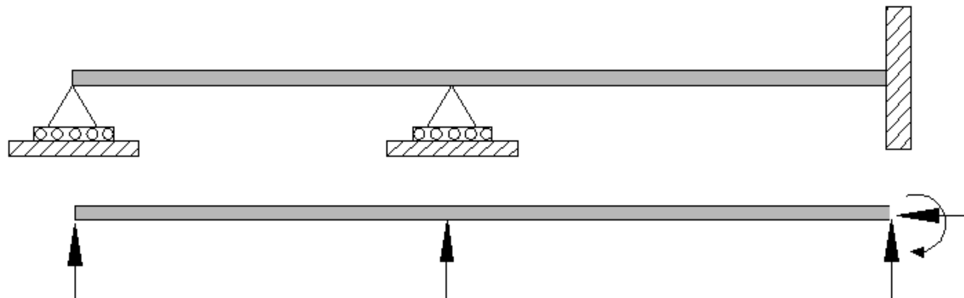
معین ستاتیکی ساختمان $r = 3n$

نا معین ستاتیکی ساختمان $r > 3n$

پورتنی فورمولونو کی n د ساختمان د برخو شمیر او r د نامعلومو قوو تعداد دی .

که چیری یو ساختمان نامعین وی یعنی $2 > 3$ دا په د معنی چی ساختمان یو اضافی معادلی ته اړتیا لری تر څو د ساختمان مکمل تحلیل تر سره شی .

مثال : 1

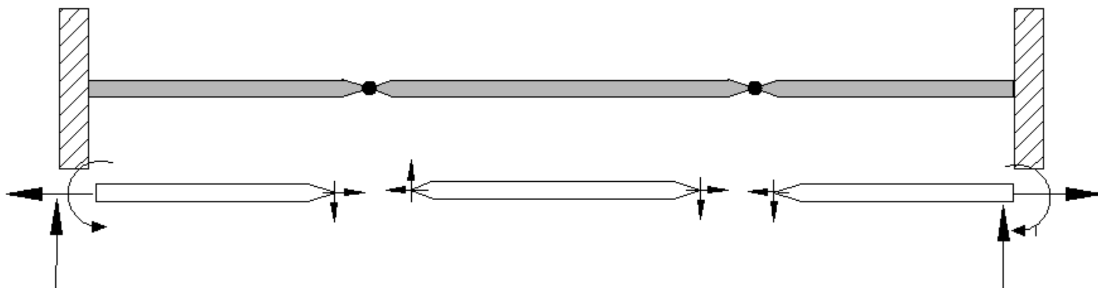


$n = 1, \quad r = 5$

$r > 3n \rightarrow 5 > 3(1) \rightarrow 5 > 3$

2درجه نا معين ستاتيکي سيستم

مثال : 2

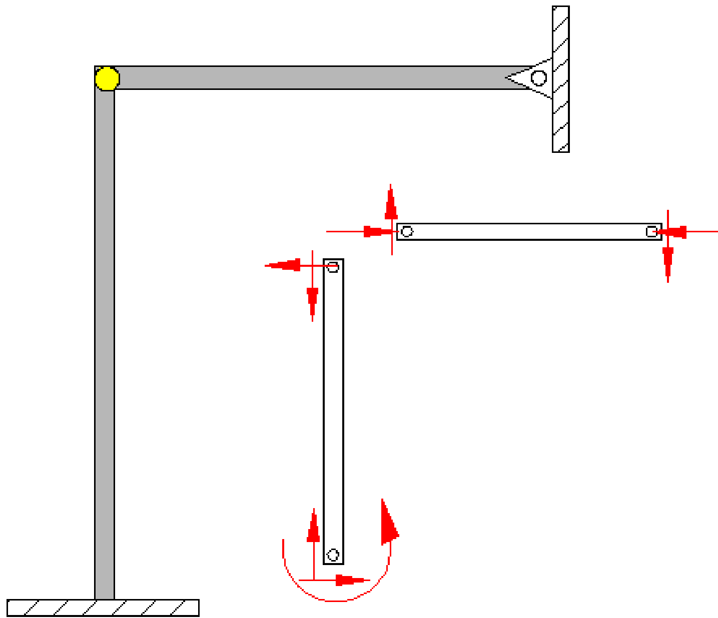


$n = 3, \quad r = 10$

$r > 3n \rightarrow 10 > 3(3) \rightarrow 10 > 9$

1 درجه نا معين ستاتيکي سيستم

مثال : 3

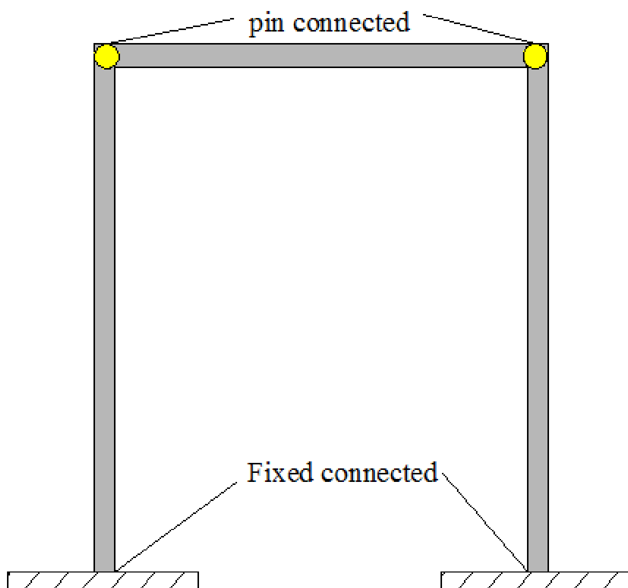


$n = 2, \quad r = 7$

$r > 3n \rightarrow 7 > 3(2) \rightarrow 7 > 6$

1 درجه نا معين ستاتيكي چوكاټ

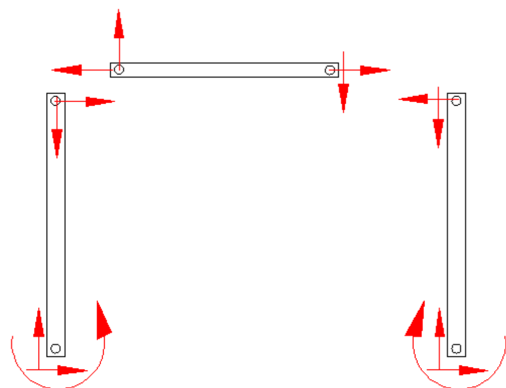
مثال : 4



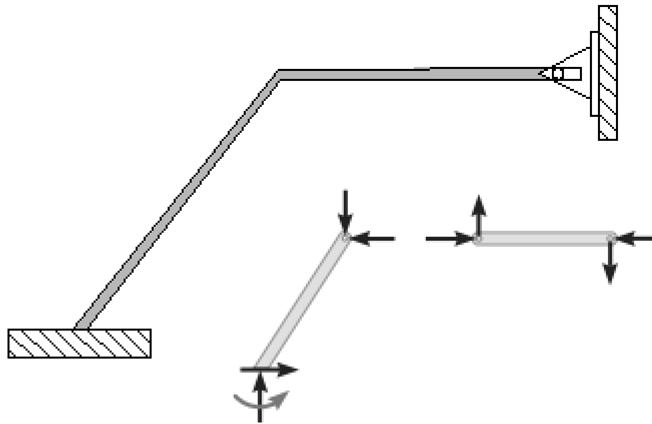
$n = 3, \quad r = 10$

$r > 3n \rightarrow 10 > 3(3) \rightarrow 10 > 9$

1 درجه نا معين ستاتيكي چوكاټ



مثال : 5

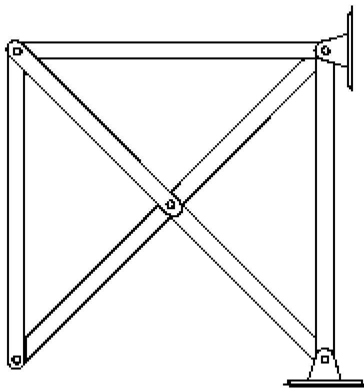


n = 2, r = 7

$r > 3n \rightarrow 7 > 3(2) \rightarrow 7 > 6$

1 درجه نا معين ستاتيکي چوکاټ

مثال :6



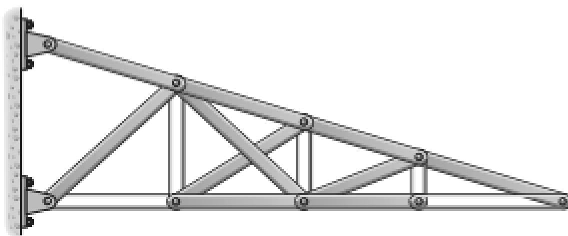
b=7, r=4 , j=5

$b + r = 2j \rightarrow 7+4 = (2x5)$

11 = 10

1درجه نامعين ستاتيکي سيستم

مثال :7



b=15, r=4 , j=9

$b + r = 2j \rightarrow 15+4 = (2x9)$

19 = 18

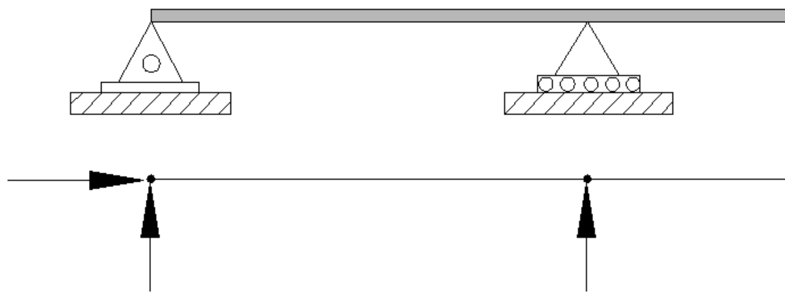
1درجه نامعين ستاتيکي سيستم

۲.معين ستاتيکي ساختمان (Statically determinate structure)

له هغه ستاتيکي سيستمونو څخه عبارت دي، چي ده سيستم اتکايزي قوي د ستاتيک د تعادلي معادلو په مرسته پيدا شي يا هغه ساختمان چي تحليل لپاره يي د تعادل معادلي کافي وي يا د نامعلومو قواو تعداد د تعادل معادلو سره مساوي يا کم وي.

Ra < Equilibrium equations

مثال:1

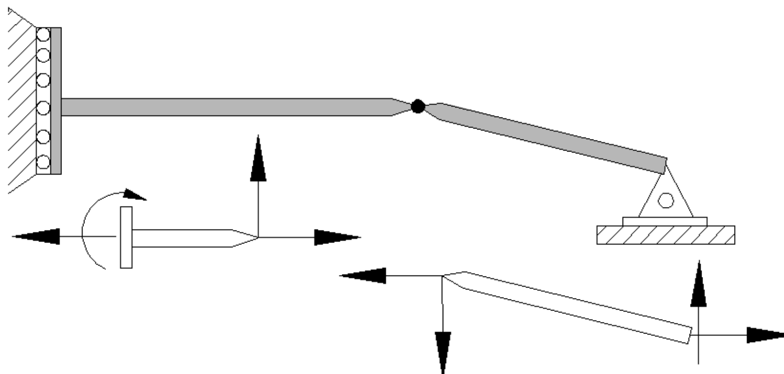


$n = 1, \quad r = 3$

$r = 3n \rightarrow 3 = 3(1) \rightarrow 3 = 3$

معين ستاتيکي سيستم

مثال:2



$r=6 \quad n=2$

$r = 3n \rightarrow 6 = 3(2) \rightarrow 6 = 6$

معين ستاتيکي سيستم

مثال:3

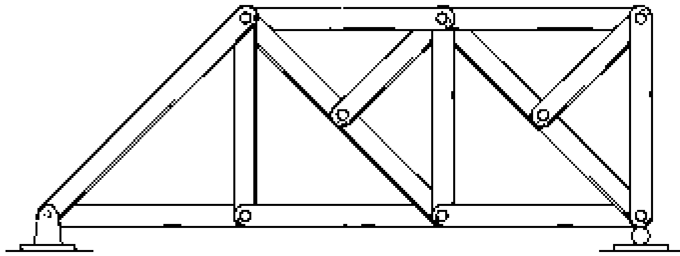


r=3   n=1

$$r = 3n \rightarrow 3 = 3(1) \rightarrow 3 = 3$$

معين ستاتيكي سيستم

مثال:4



(a)

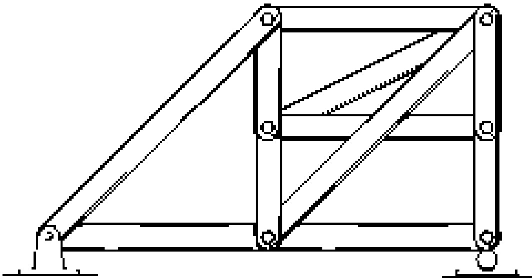
b=15, r=3 ,   j=9

$$b + r = 2j \rightarrow 15+3 = (2x9)$$

$$18 = 18$$

معين ستاتيكي سيستم

مثال:5



(b)

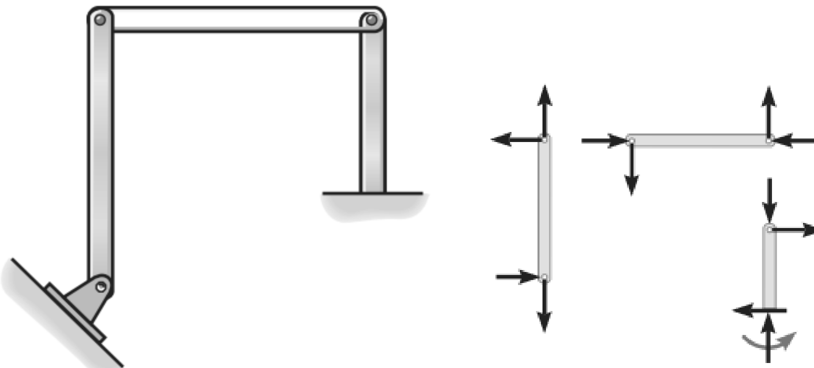
b=11, r=3 ,   j=7

$$b + r = 2j \rightarrow 11+3 = (2x7)$$

$$14 = 14$$

معين ستاتيكي سيستم

مثال: 6



r=9   n=3

$$r = 3n \rightarrow 9=9$$

معين ستاتيكي سيستم

Stability of Structures

هندسي تغير نه منونكي ساختمانونه (Stable Structures)

هندسي تغير نه منونكي ساختمانونه له هغي سيستمونو څخه عبارت دي ، چي د بهرنيو قوو د عمل په پايله کې خپله پايداري له ځانه وښيي.

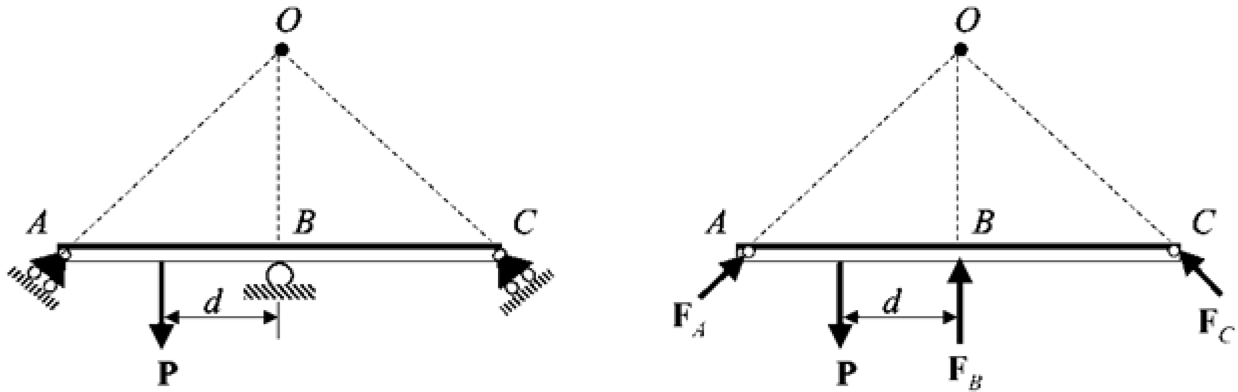
هندسي تغير منونكي ساختمانونه (Unstable Structures)

هندسي تغير منونكي ساختمانونه له هغي سيستمونو څخه عبارت دي ، چي د بهرنيو قوو د عمل په پايله کې خپله پايداري له ځانه ونه وښيي.

تغير ناپزيروالي په لاندي ډول د ځيړني لاندي نيسو.

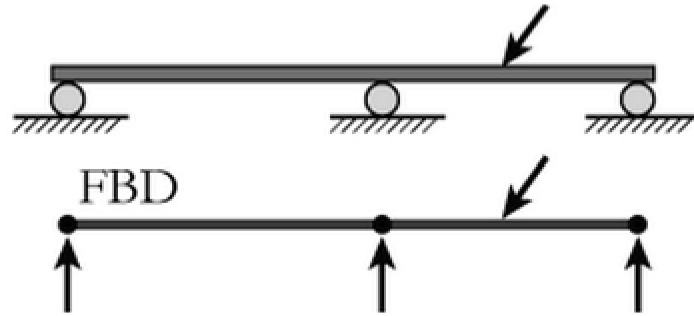
هندسي تغير نا پزير والي لپاره شرايط

1. When all the forces are concrent in structure as shown in fig



Force P tends to produce moment in whole structure about the origion.

2. When all forces are parallel in structure



Structure has no restraints for lateral forces

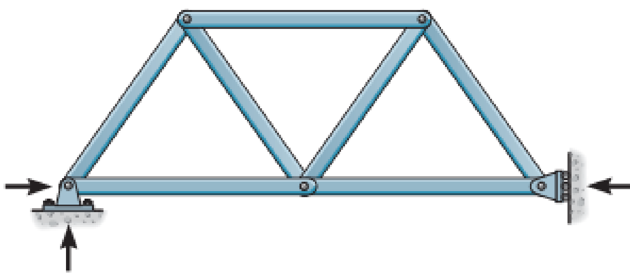
۱.بهرني تغير ناپزيروالي (External Stability)

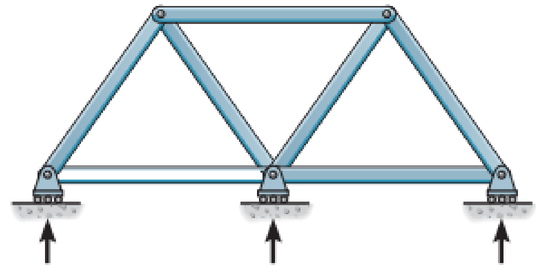
هغه ساختمانونه کوم کی چی اتکایز عکس العملونه خپلو کی سره موازی وی او همدارنګه ټولی قوی د یوی نقطی څخه تیریږی .

د سیستم د بهرني معین والي د حالات د معلومولو لپاره د لاندي فورمول څخه ګټه اخلو.

$$n=R-3$$

په پورتني فورمول کي n د نامعین والي درجه او R د اتکا یزو غبرګونونو شمیر دي دلته دري حالته موجود دي.



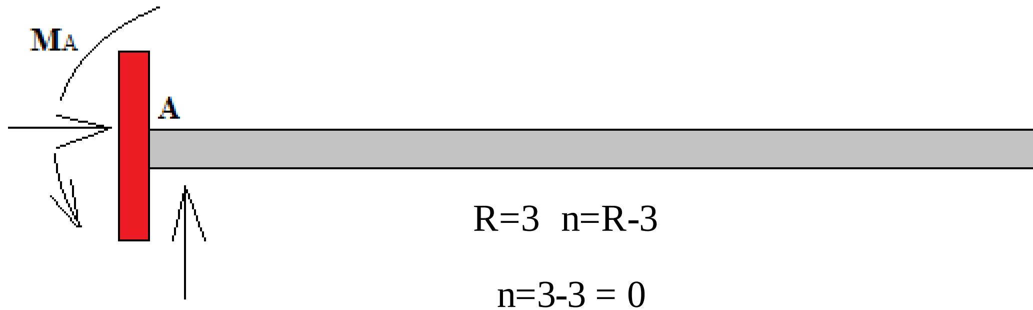


۱ – N=0 نو (Determinate and stable)

۲ –N>0 نو (Indeterminate and stable)

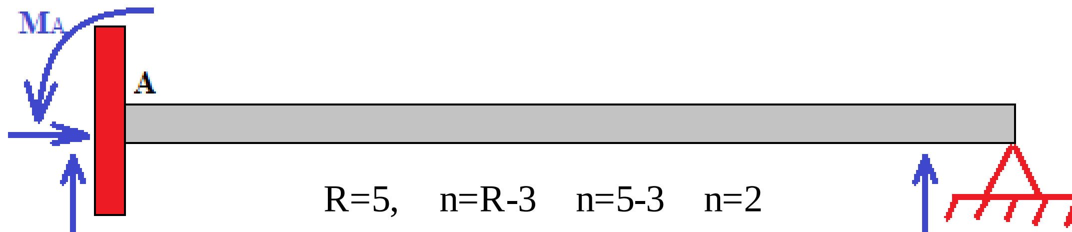
۳ –N<0 نو (Determinate and unstable)

مثال:۱



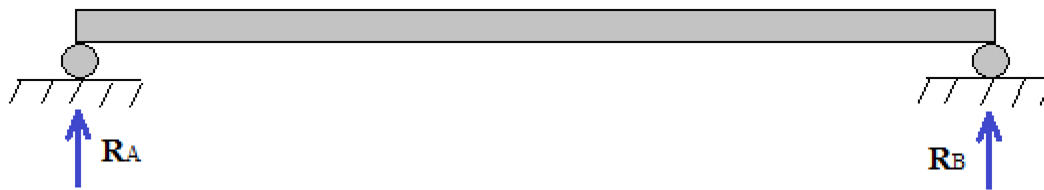
ځرنګه چي د n=0 شو نو سیستم معین او هندسي تغیر نه منونکي (Stable) دي.

مثال:۲



ځرنګه چي د n=2>0 شو نو سیستم نامعین او هندسي تغیر نه منونکي (Stable) دي.

مثال:۳



R=2, n=R-3, n=2-3

n=-1

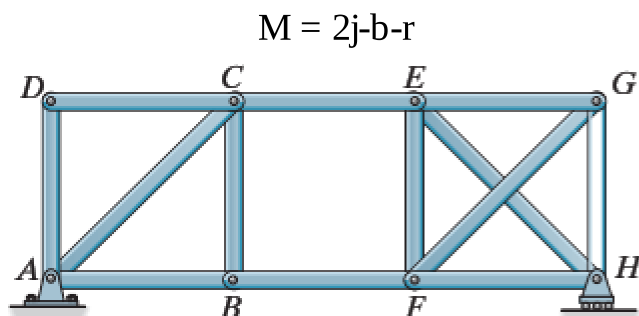
ځرنګه چي د n=-1< 0 شو نو سیستم معین ستاتیکي او هندسي تغیر منونکي (Unstable) دي.

۱.داخلي تغیر ناپزیروالي (internal Stability)

په سیستمونو کې داخلي تغیر ناپزیروالي د عناصرو په شمیر او ده هغوي د ځاي په ځاي کیدو پوري اړه لري،

داخلي تغير ناپزيروالي په لاندي فورمول پيدا کيږي.

$$M = 2j-b-r$$



پورتني فورمول کې

m = دناټکلي والي درجه

j = د غوټو شمير

b = د ميلو شمير

r= داتکايزو غبرګونونو شمير

١ – m=0 نو (Determinate and Stable)

٢ – m>0 نو (Indeterminate and Unstable)

٣ – m<0 نو (Determinate and Stable)

پورتني فورمول يوائې ترسونو لپاره د استعمال وړ دي.

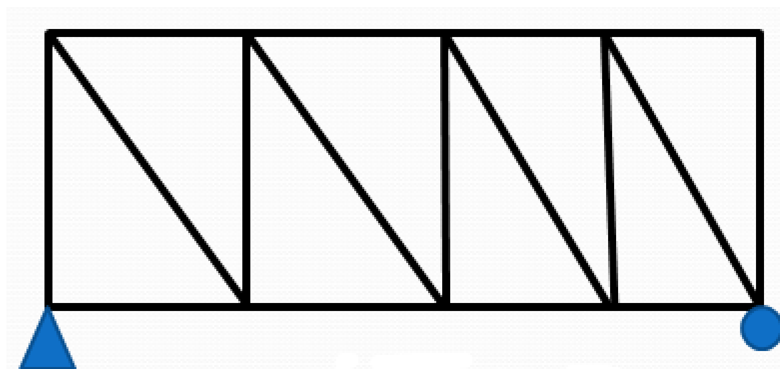
مثال ١:

r=3 j=10 b=17

m=2j-b-r

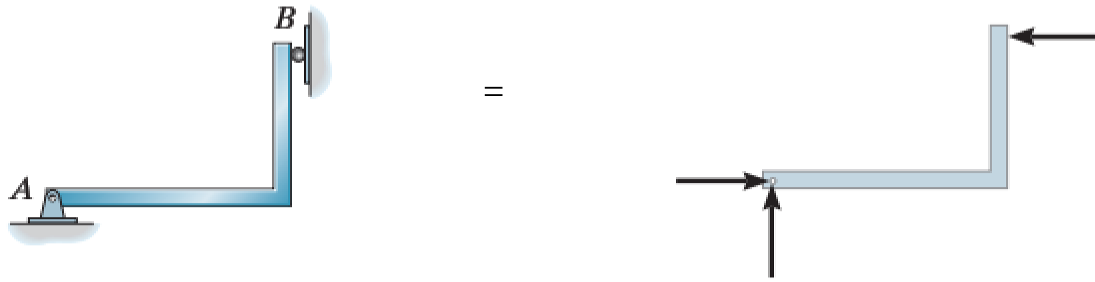
m=2(10)-17-3

m=0

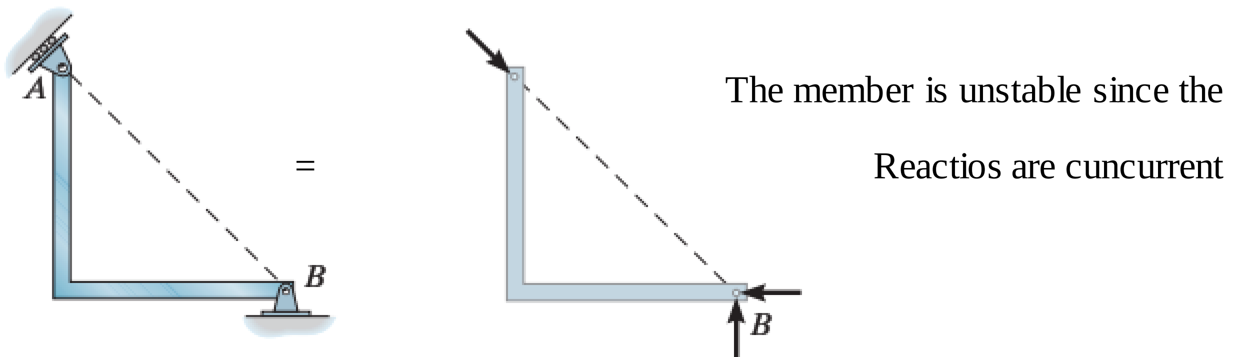


څرنګه چې د m=0 شونو سيستم معين ستاتيکي او هندسي تغير نه منونکي (Unstable) دي.

Classify each the following structure as stable or unstable

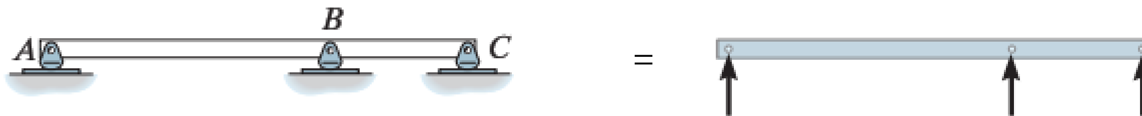


The member is stable since the reactions are noncurrent and non parallel.

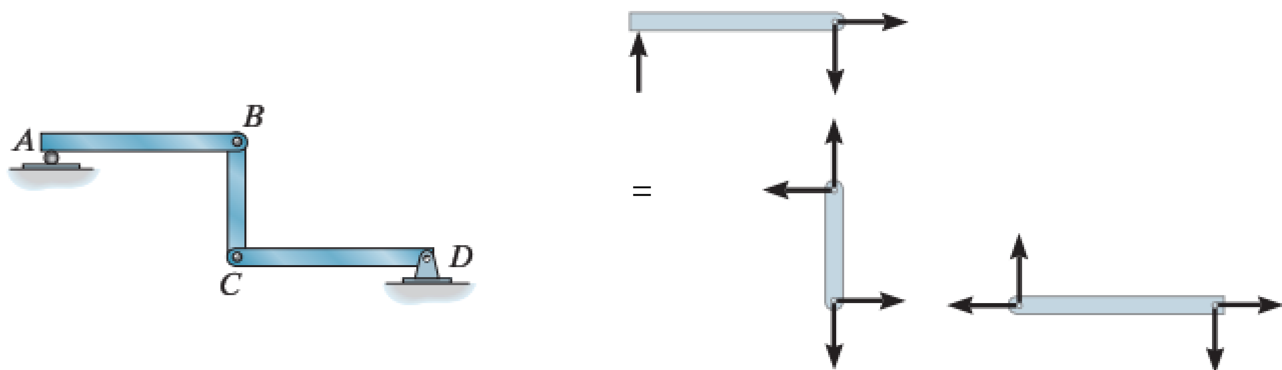


The member is unstable since the

Reactios are cuncurrent



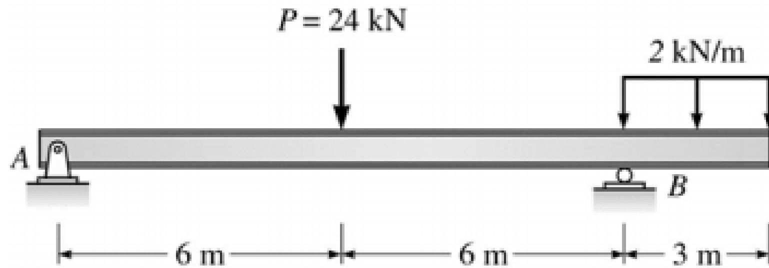
The beam is unstable since the reactions are parallel.



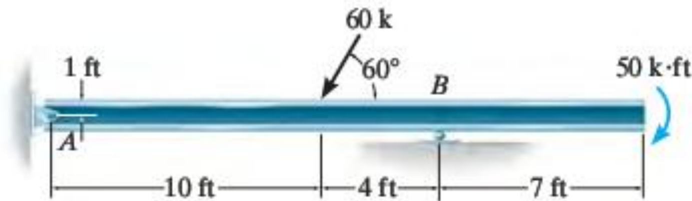
The structure is unstable since r=7, n=3 n=r-3 = 7-3 = 4 > 0

Draw the free body diagram and determine the reactions for the following structure.

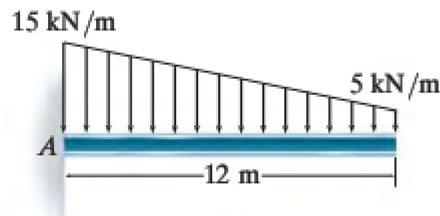
1)



2)



3)

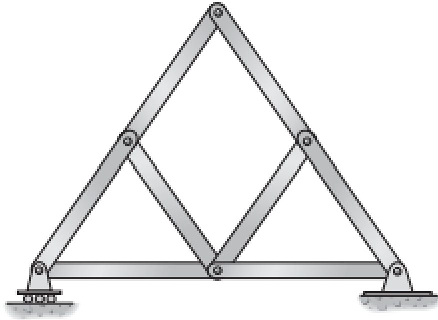


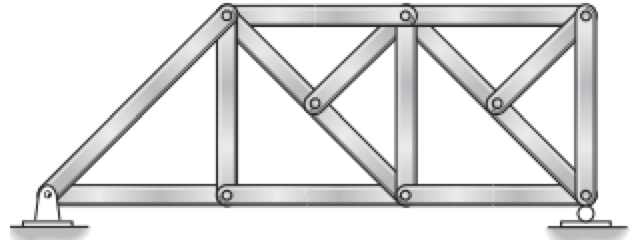
حل:

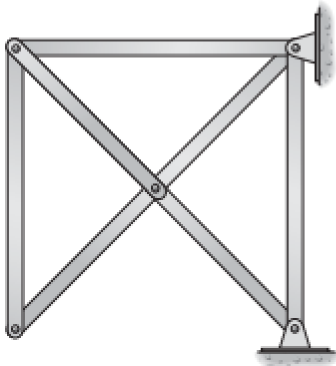
- ✓ پورتنی بیمونه کولی شو د تعادل معادلو په واسطه تحلیل کړو .
- ✓ لومړی پړاو کی په A ټکی کی د مومنټونو مجموعه صفر کوو تر څو R_B لاس ته راوړو.
- ✓ همدا رنګه $\sum F_Y$ په استعمال سره کولی شو R_A لاس ته راوړو.

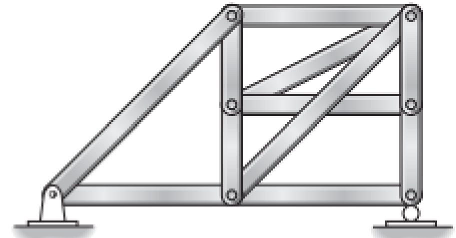
تمرین (Exercise)

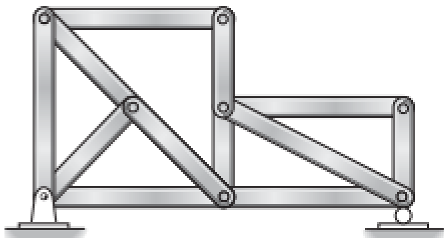
1) په لاندې ښودل شوې ترسونو کې معین ، نامعین ، هندسي تغیر نه منونکې (Stable) او هندسي تغیر منونکې (Unstable) ترسونه بیل کړې .

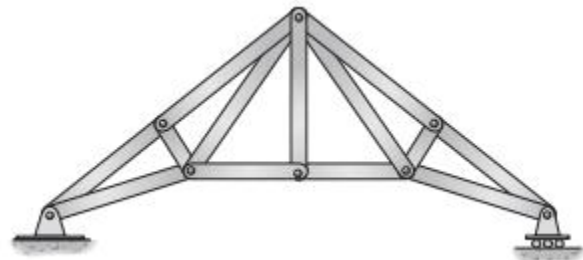












دریم څپرکی

د معین ستاتیکی چوکاټونو تحلیل

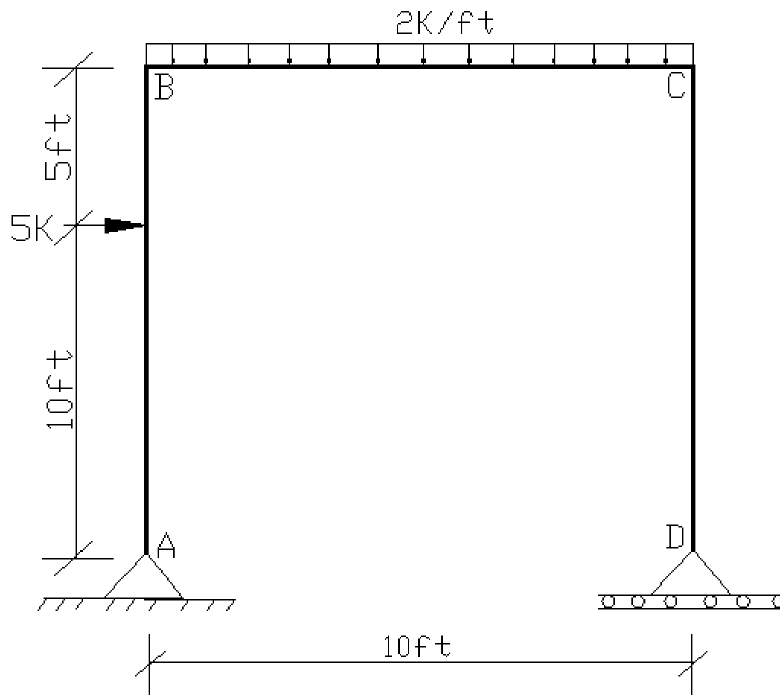
(Analysis of determinate Frames)



که چیري دوه یا له دوو څخه ډیري عمودي او افقي یا عمودي او مایلي میلي خپلو منځونو کې سره د سخت یا ساکني اتکا په واسطه وتړل شي له چوکاټ څخه عبارت دي.

چوکاټ د ګادر او پایو څخه جوړ وي چي په اکثر تعمیرونو کې استعمالیږي. دا چوکاټونه د اساس سره په سخته ،متحرکه اویا په ساکني اتکاء وصل وي چي وارده بار په منظم ډول ، بدون د څه ویجاړتیه ، اساس ته انتقاله وي.د چوکاټ په افقي او عمودي برخه (ګادر او پایه) کې د بار له امله انحناي مومنت پیدا کیږي خو کچیرته د چوکاټ اتکاء سخته وي تحلیل یي ده نامعین ساختمان په څیر کیږي.

مثال ۱: د ورکړل شوی چوکاټ معین والي معلوم کړی او تحلیل یي کړی.



حل:

Step: 01 معین والي

$S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0$ معین سیستم

Step: 02 اتکایی عکس العملونه پیدا کول

$\sum M_A = 0$

$+(5 . 10) + (2 . 10 . 5) - 10R_{DY} = 0$ ⟹ $R_{DY} = 15K$

$\sum F_y = 0$

$R_{AY} + R_{DY} = 20$

$R_{AY} = 20 - 15$ ⟹ $R_{AY} = 5K$

Step: 03 د هری برخی جلا جلا تحلیل کول

Member AB

$\sum F_x = 0$

$H_B + 5 - 5 = 0$

$H_B = 0$

$\sum M_B = 0$

$-(5 \,.\, 5) + (5 \,.\, 15) - M_B = 0$

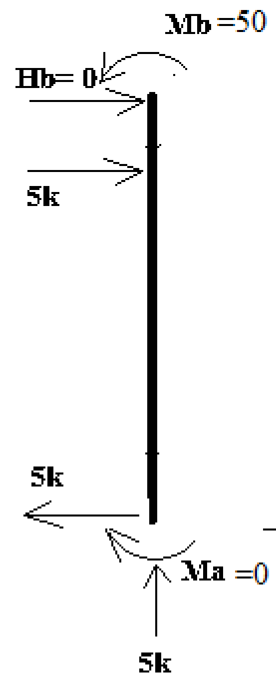
$M_B = 50 K\text{-}ft$

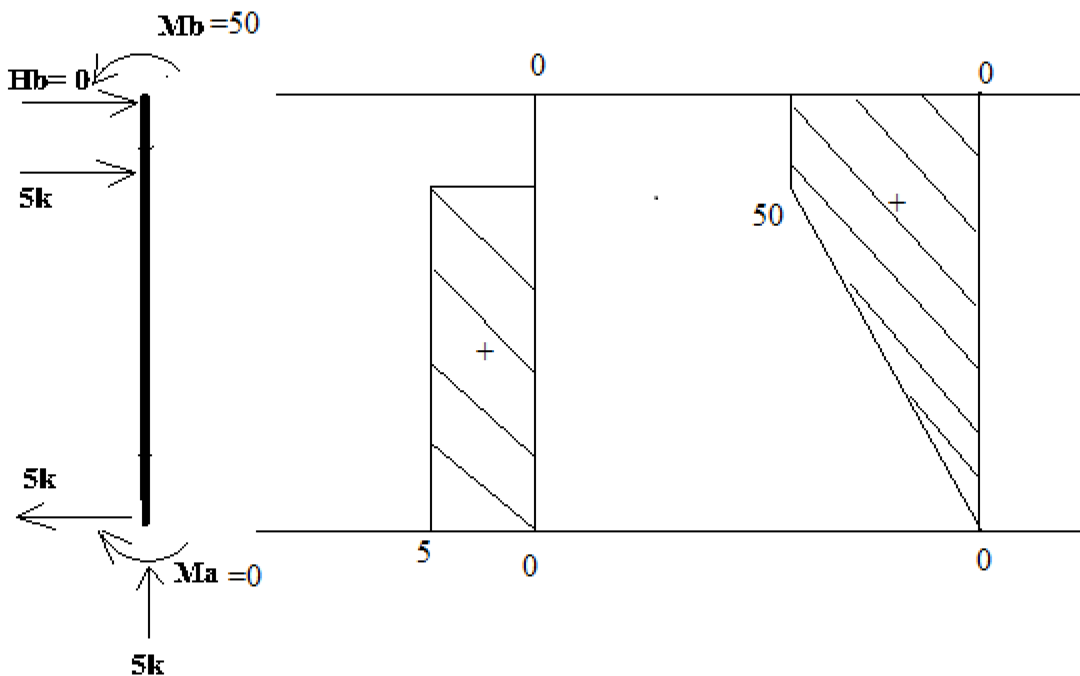
$\sum M_A = 0$

$+(5 \,.\, 10) + M_A - M_B = 0$

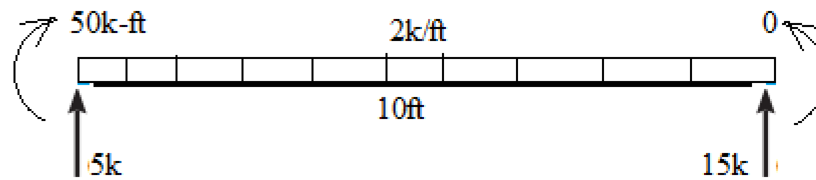
$50 - 50 + M_A = 0$

$M_A = 0$





Member BC



$\sum F_y = 0$

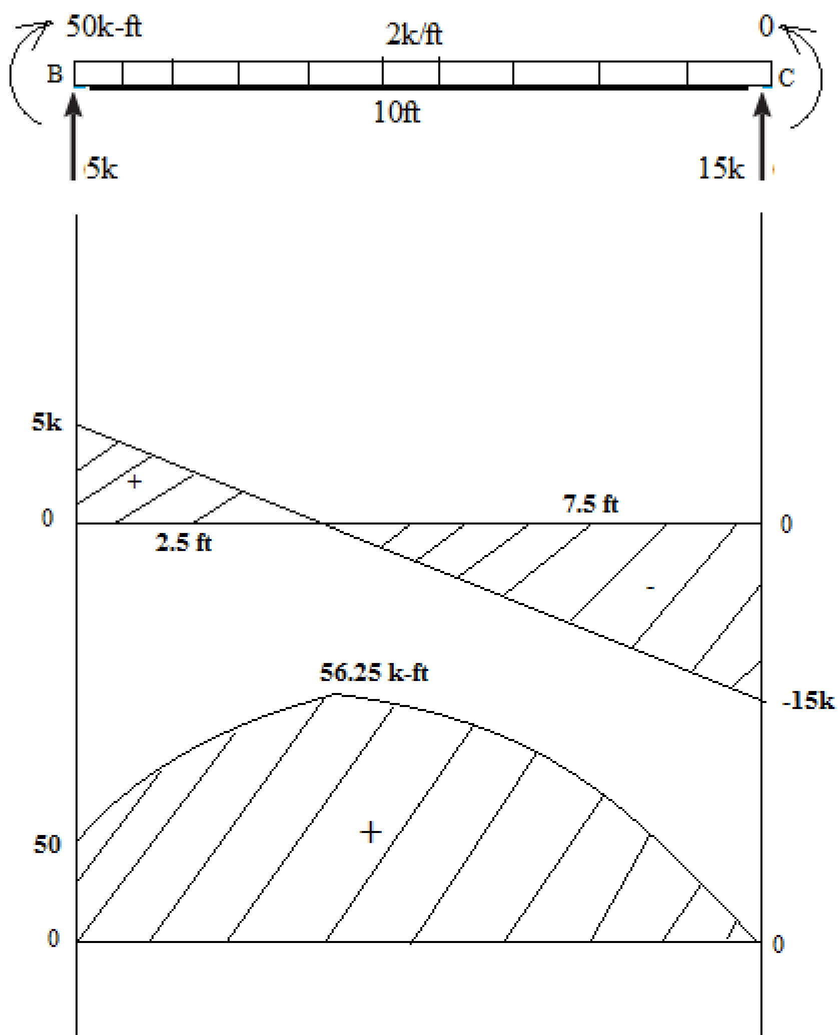
$5 - (2x10) + R_C = 0$

$R_C = 15K$

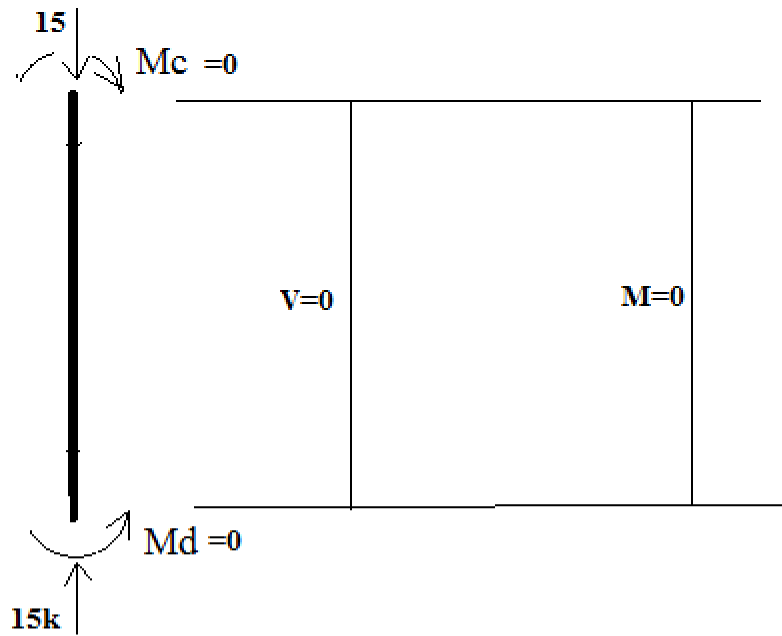
$\sum M_C = 0$

$(5x10) - (2x10x5) + 50 - M_C = 0$

$M_C = 0$



Member CD



Final shear force and bending moment diagram

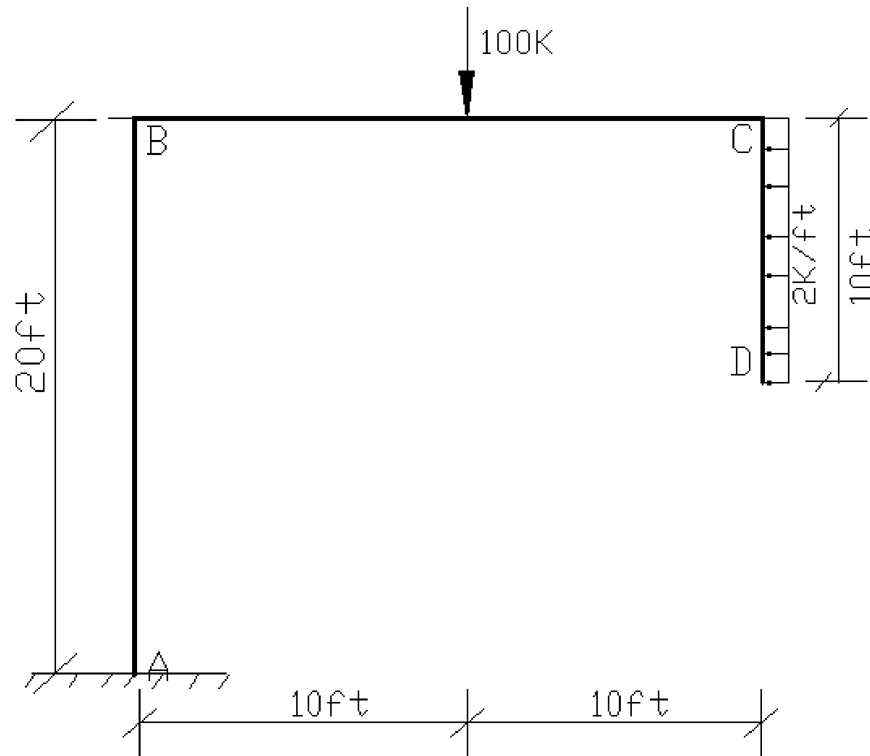
W= 2.00
5.0
-15.0
9.8E-07
-3.4E-07
P= 5.00
5.0
-3.4E-07

W= 2.00
50.0
7.4E-06
50.0
-5.0E-06
P= 5.00
-6.1E-14
-7.8E-15

عرضی قوی ډیاګرام

انحنایی مومنټ ډیاګرام

مثال۲: د ورکړل شوی چوکاټ معین والي معلوم کړی او تحلیل یي کړی.



حل:

Step: 01 Determinacy

S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0 معین سیستم

Step: 01 free body diagram and reactions

$\sum F_y = 0$

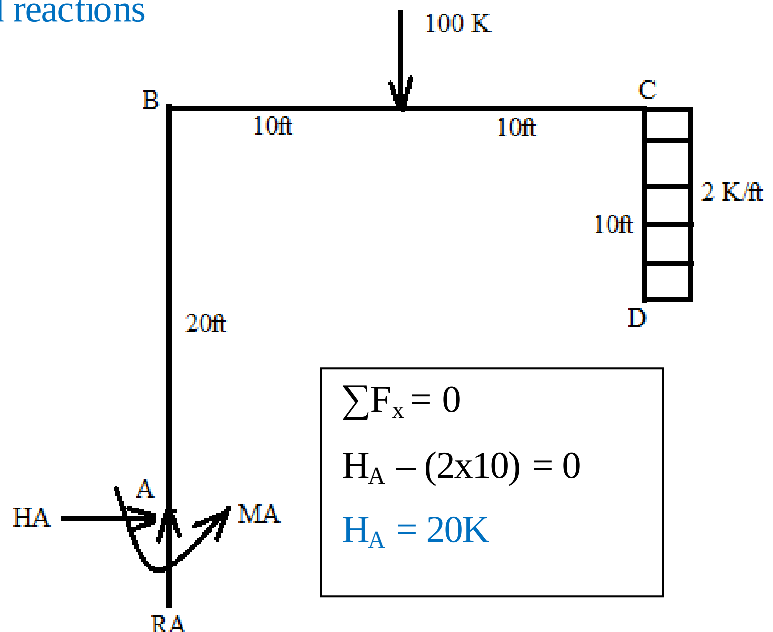
$R_A - 100 = 0$

$R_A = 100K$

$\sum M_A = 0$

$-M_A + (100.\ 10) - (2.\ 10.\ 15) = 0$

$M_A = 700K\text{-}ft$



$\sum F_x = 0$

$H_A - (2x10) = 0$

$H_A = 20K$

Step: 03 Shear force and bending moment diagram for each member

Member AB

$\sum F_x = 0$

$-H_B + (20) = 0$

$H_B = 20K$

$\sum F_y = 0$

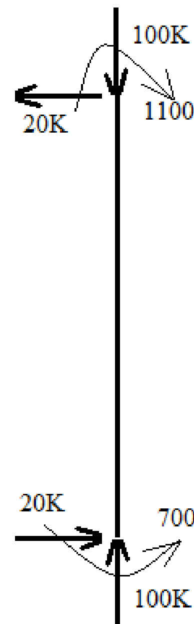
$100 - R_B = 0$

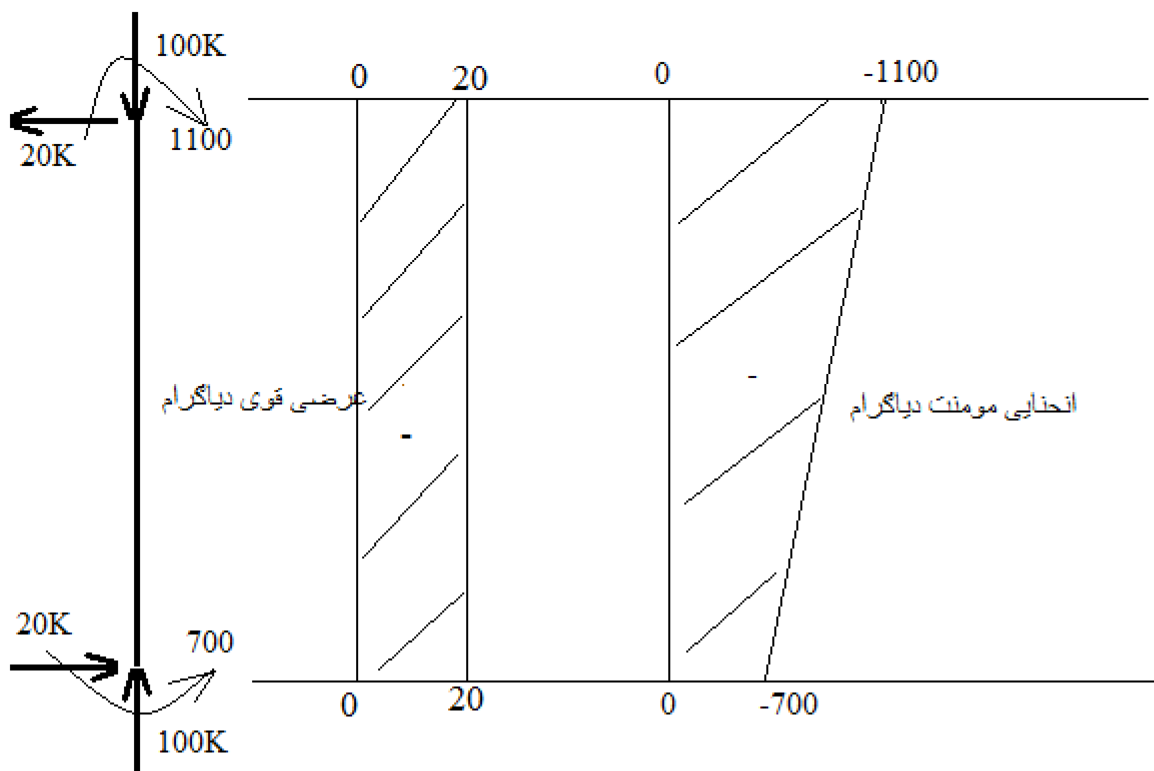
$R_B = 100k$

$\sum M_B = 0$

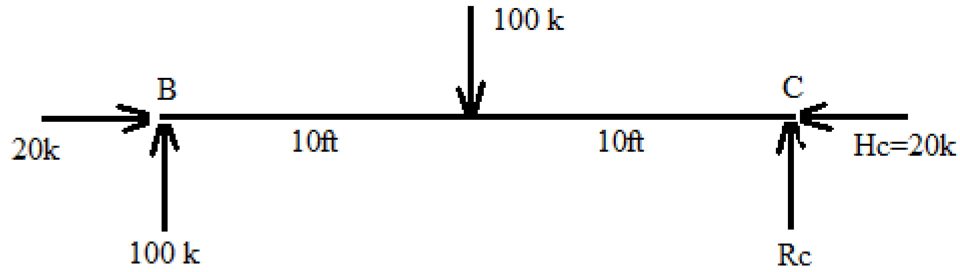
$M_B - 700 - (20x20) = 0$

$M_B = 1100K\text{-ft}$





Member BC



$\sum F_y = 0$

$100 - 100 + R_C = 0$

$R_C = 0$

$\sum M_C = 0$

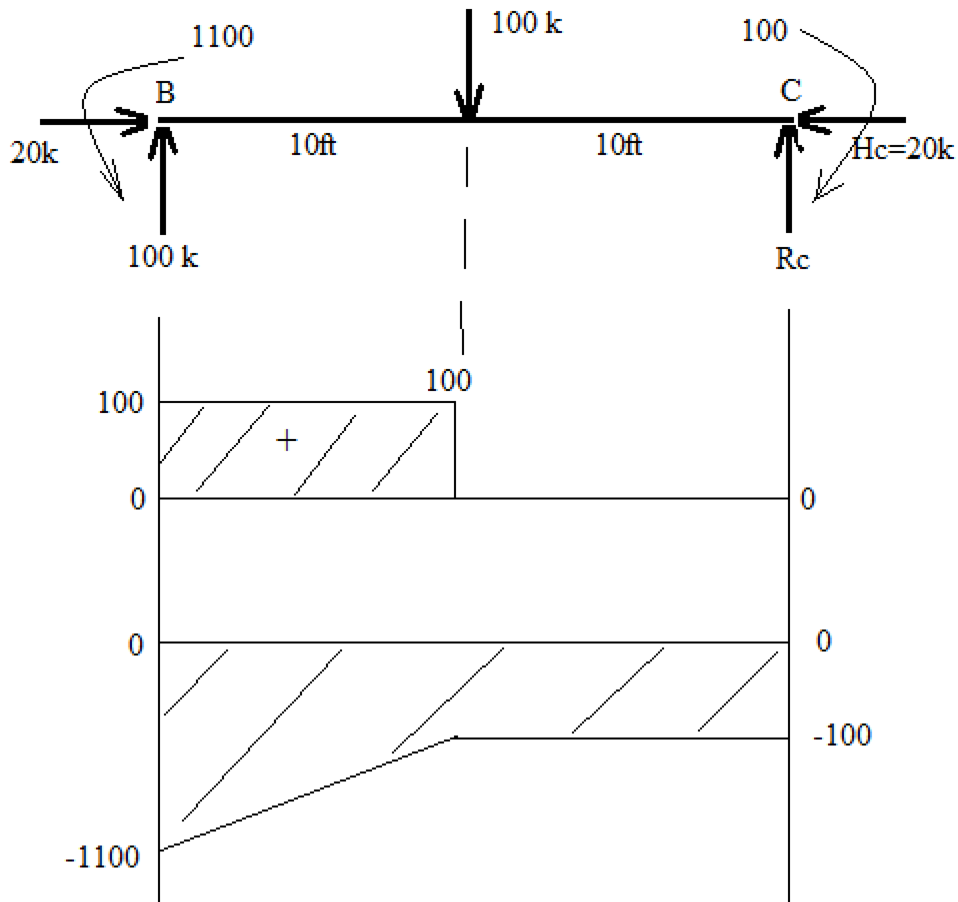
$M_C - 1100 - (100x10) + (100x20) = 0$

$M_C = 100K\text{-}ft$

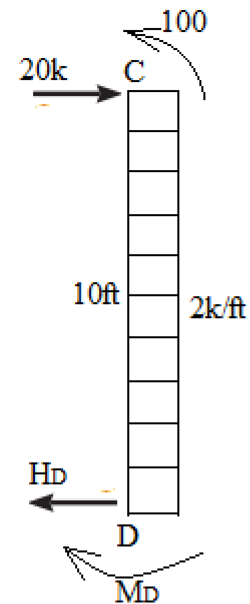
$\sum F_x = 0$

$-H_C + 20 = 0$

$H_C = 20K$



Member CD



$\sum F_x = 0$

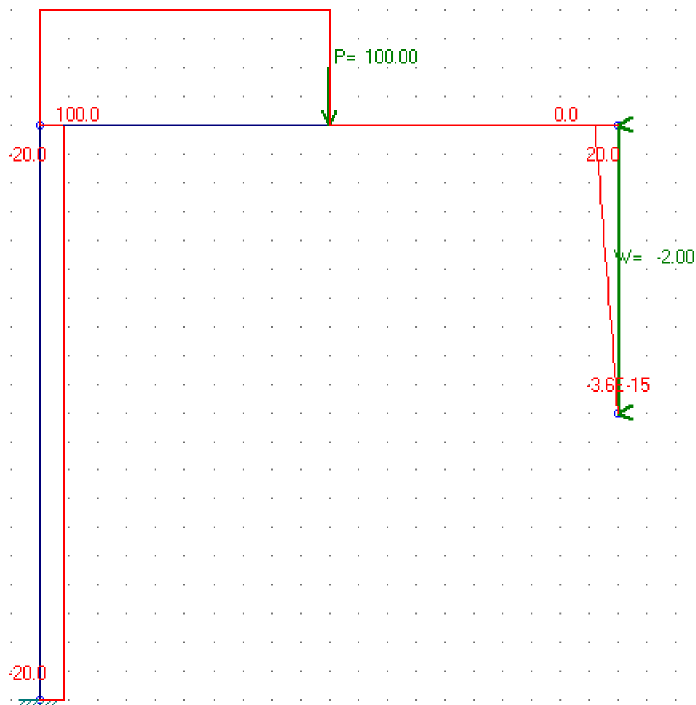
$20 - (2x10) + H_D = 0$

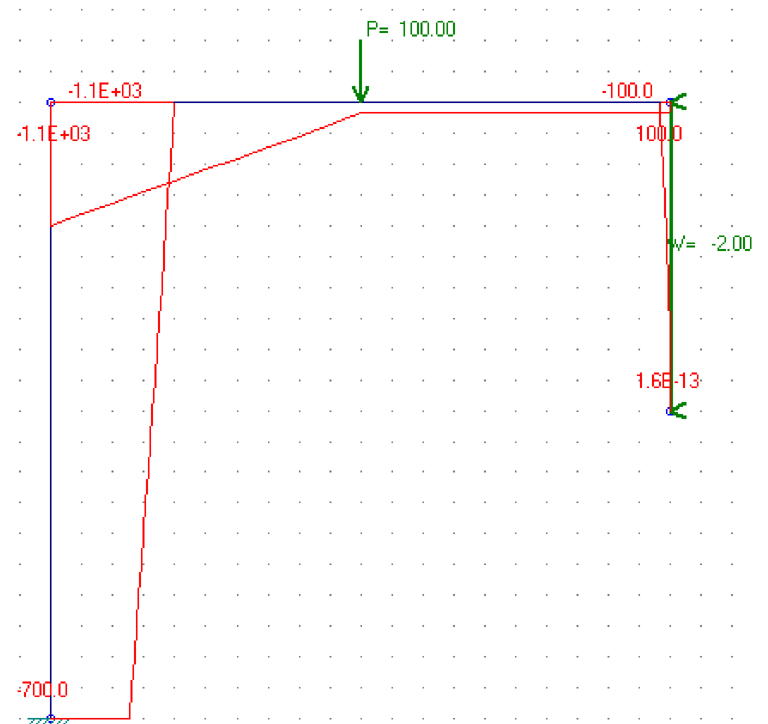
$H_D = 0$

$\sum M_D = 0$

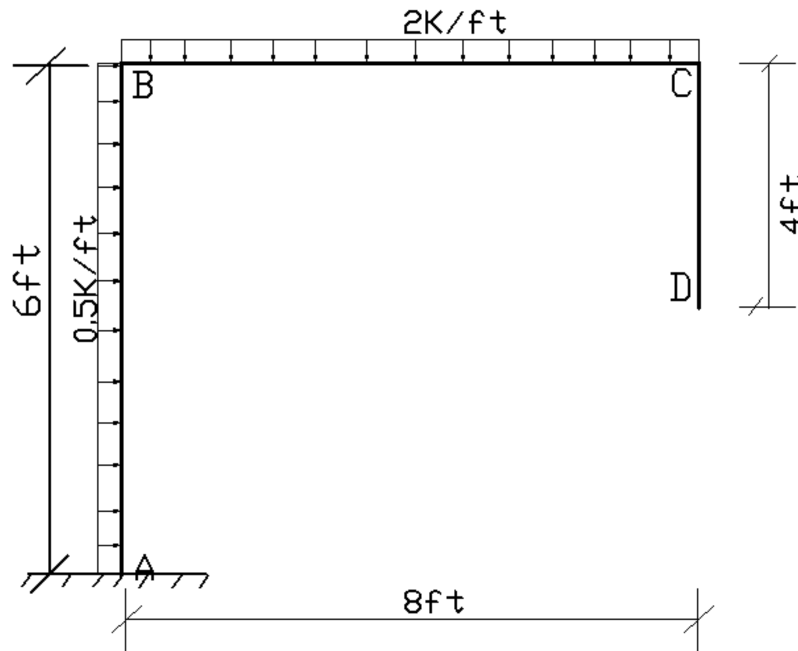
$+M_D + (20x10) - (2x10x5) - (100) = 0$

$M_D = 0$





مثال ۳: ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هری برخی د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام یی رسم کړی.



حل:

Step: 01 Determinacy

S.I = 3m + r - 3j = 3(3) + 3 - 3(4) = 0 معین سیستم

Step: 01 free body diagram and reactions

$\sum F_y = 0$

$R_A - 16 = 0$

$R_A = 16K$

$\sum M_A = 0$

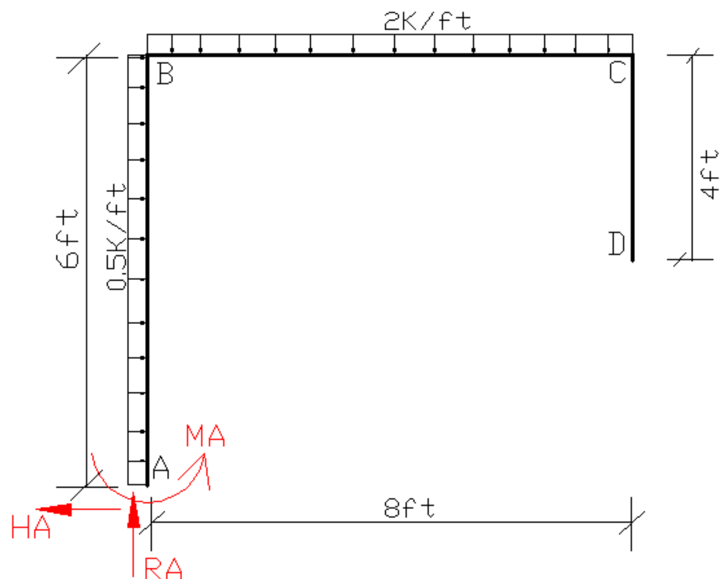
$-M_A + (0.5x6x3) + (2x\ 8x\ 4) = 0$

$M_A = 73K\text{-}ft$

$\sum F_x = 0$

$-H_A + (0.5x6) = 3K$

$H_A = 3K$



Step: 03 Shear force and bending moment diagram for each member

Member AB

$\sum F_x = 0$

$H_B - 3 += 0$

$H_B = 3K$

$\sum F_y = 0$

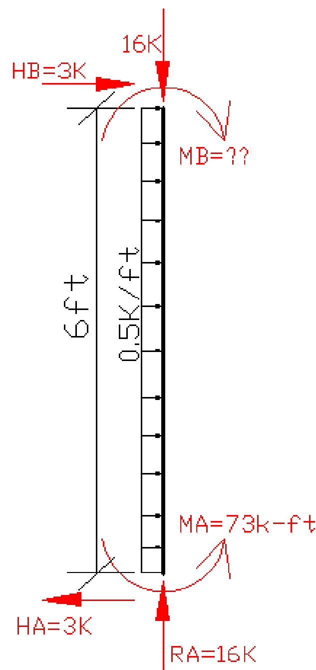
$16 - R_B = 0$

$R_B = 16k$

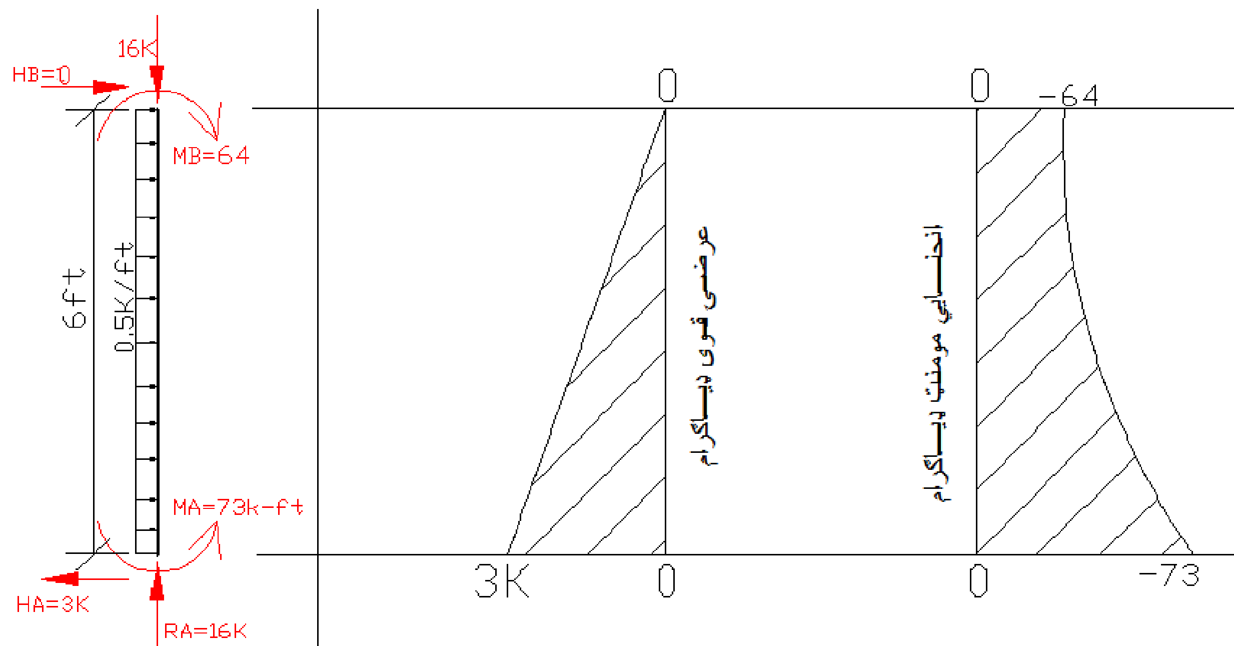
$\sum M_B = 0$

$M_B - 73 + (0.5x6x3) = 0$

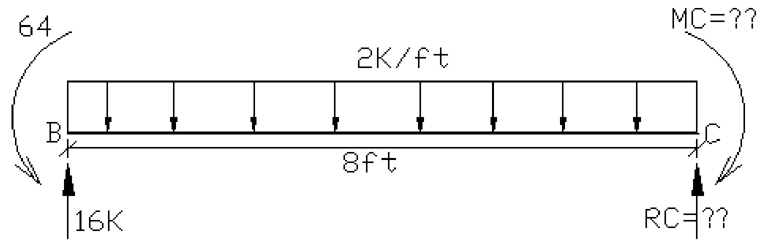
$M_B = 64K\text{-}ft$



Shear force and Bending Moment Diagrams



Member BC



$\sum F_y = 0$

$16 - 16 + R_C = 0$

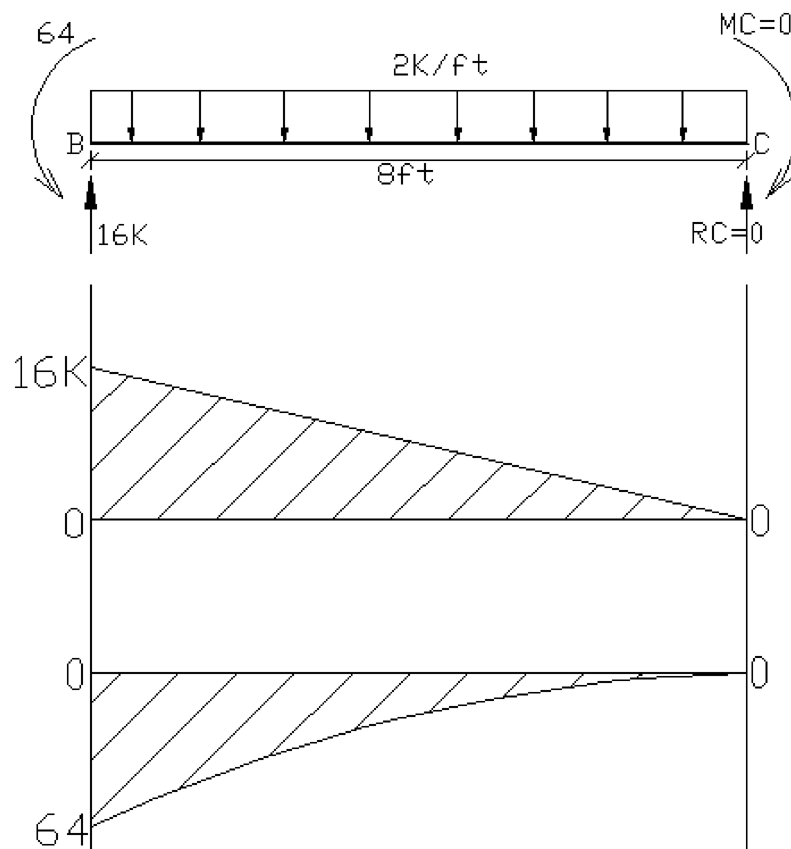
$R_C = 0$

$\sum M_C = 0$

$M_C - 64 - (2x8x4) + (16x8) = 0$

$M_C = 0$

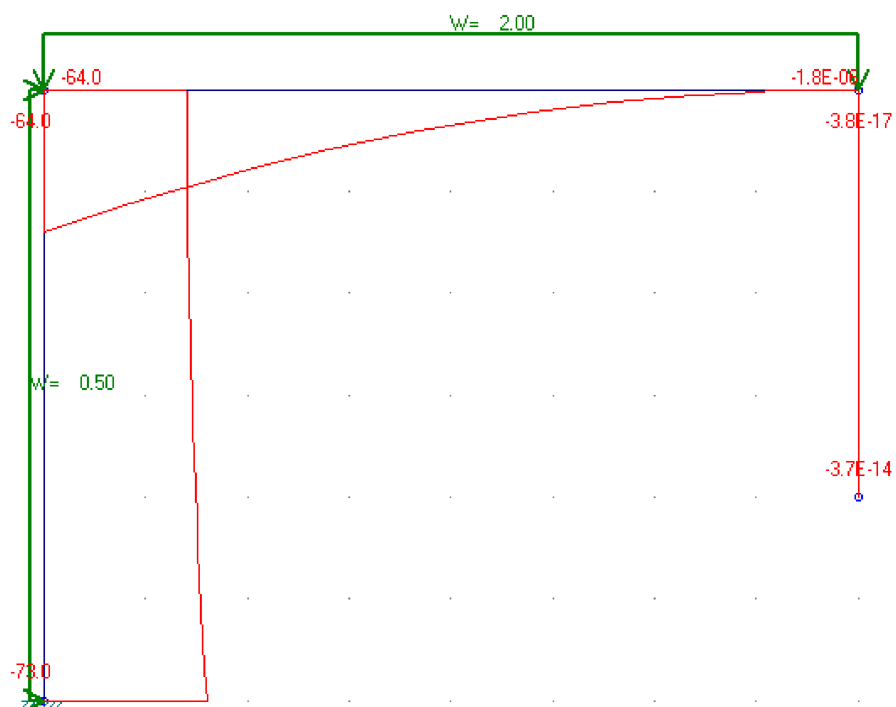
Shear force and Bending Moment Diagrams



Member CD

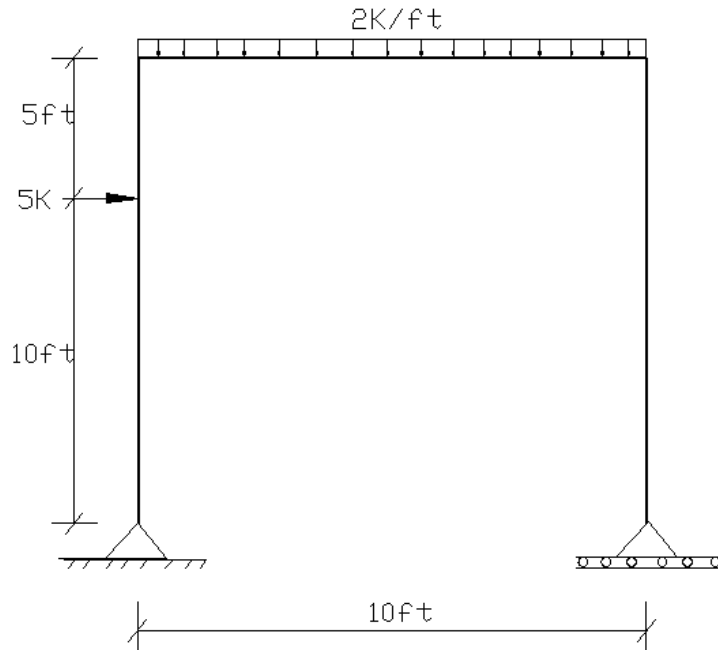
There is no force acting on this member



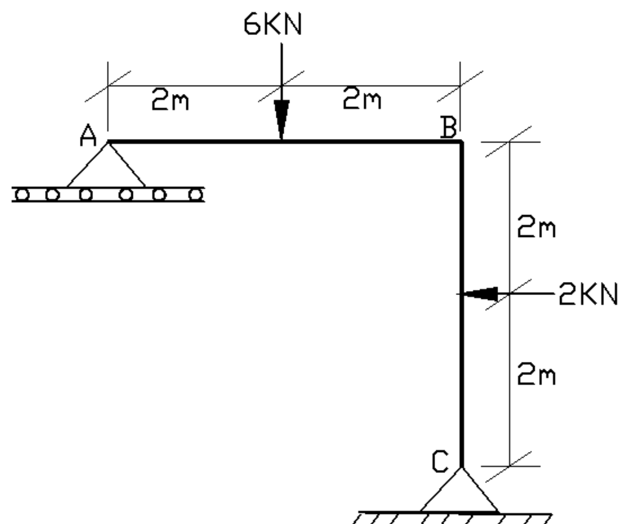


Exercise (تمرین)

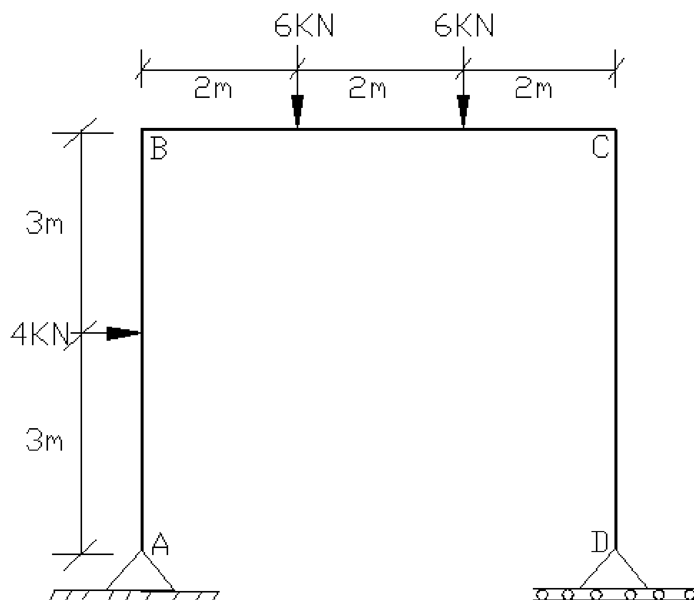
1) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هری برخی د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام یی رسم کړی.



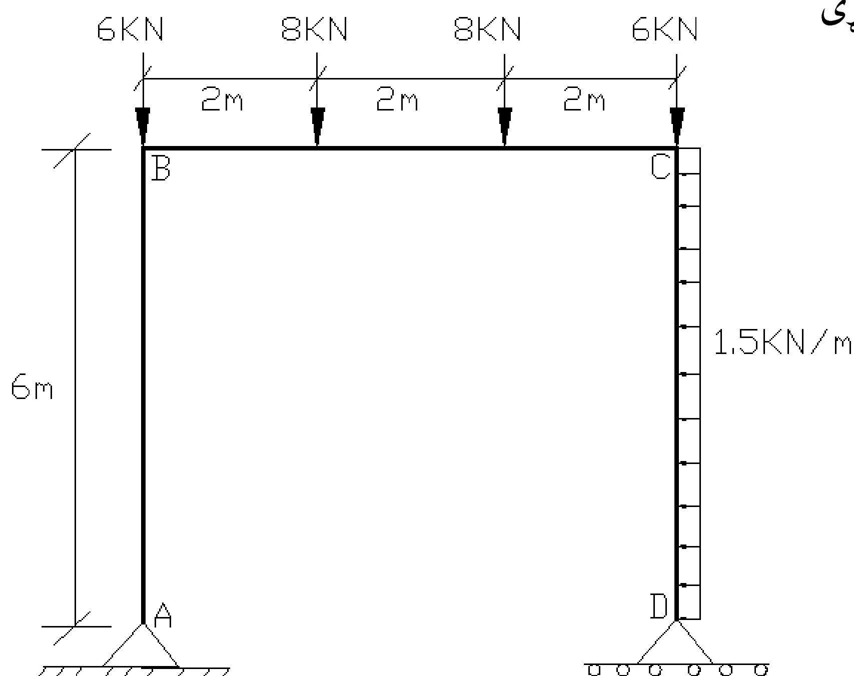
2) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هری برخی د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام یی رسم کړی.



3) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هری برخی د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام یی رسم کړی



4) ورکړل شوی چوکاټ تحلیل کړی او د هری برخی د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام یی رسم کړی



دریم څپرکی
دمعین ساختمانونو تاثیر خط
Influence line of statically determinate structures



پلونه د عراده جاتو وزن او ځیني نور چاپیریالی بارونو لپاره ډیزاین کیږی ، د نوموړی ساختمان د ډیزائن په وخت بائد هغه ټول بارونه کوم چی د ریل ګاړی له امله په پل واردیږی په پام کی ونیول شی ، په داسی حال کی تاثیر خط د پل د مختلفو برخو په ډیزائن کی ډیر مهم رول لوبوی.

تاثیر خط

Influence Line

تاثیر خط د یو ګراف څخه عبارت دي، کوم چي د متحرک عامل د قیمت تغیر (اتکایز عکس العملونه او داخلي قویل لکه عرضی قوه ، انحنایی مومنټ) د ساختمان په مختلفو ټکو کي ښیي

غیرمتحرک بارونه :په ساختمانونو باندی غیرمتحرک بارونه عبارت دي له ساختمان خپل وزن ، او د هغه عناصرو وزن څخه کوم چي په ساختمان باندی موقتی یا دائمي قرارلری.

متحرک بارونه : په ساختمانونو باندی متحرک بارونه عبارت دي له هغه ترانسپورتي وسایلو د وزن څخه چي په پلونو باندی تیریږي

د تاثیر خط اهمیت :

تاثیر خط د هغه ساختمانونو په ډیزاین کی ډیر مهم رول لوبه وی کوم چی له ډیر درونډ بار(ژوندی بار) زغملو لپاره پکار وی .

څرنګه چی پوهیږو د عرضی قوی او مومنټ ډیاګرام د خارجی عاملو د اغیزی ډیر دقیق معلومات راکوی همدا راز تاثیر خط د متحرک بارونود اغیزی تغیرات د ساختمان په مختلفو ټکو کی راښایی چی کله یو متحرک بار ساختمان څخه تیریږی د نوموړی ساختمان په مختلفو نقطو کی یی تاثیر په څه ډول تغیر خوری او کوم ټکی یی اعظمی او اصغری تاثیر لری.

تاثیر خط د ساختمان په یو معلوم ټکی کی د غبرګون ، پریکونکو قوو ، مومنټ او همدا رنګه د deflection په اړه ډیر مناسب معلومات راکوی .

د پورته تشریح شویو وجوهاتو پر بنسټ وئیلی شو چی تاثیر خط د پلونو ، ریل پټلی او ځینی نور ساختمانونه چی د متحرک بارونو لپاره استعمالیږی، په ډیزاین کی ډیر ارزښت لری.

د مومنټ ډیاګرام او تاثیر خط تر منځ توپیر

دا ډیر مهم دی چی د عرضی قوی یا مومنټ ډیاګرام او تاثیر خط تر منځ توپیر وپیژنو.

تاثیر خط د متحرک بارونو اغیزه د ساختمان په مختلفو ټکو کی ښودلو لپاره استعمالیږی او مومنټ ډیاګرام یا د پریکونکو قوو ډیاګرام د ساکنو یا ځای پر ځای ولاړ بارونو اغیزه د ساختمان په ټولو نقطو کی ښودلو لپاره تری استفاده کیږی.

د تاثیر خط کارېلو کړنلاره

د ساختمان په یوه ټاکلی نقطه کی د **عکس العمل** ، عرضی قوی یا مومنټ تاثیر خط رسمولو لپاره لاندی دوه طریقی لرو.

1) واحد متحرک بار څخه په استفاده او ټول قیمتونه په جدول کی راغونډول.

- ✓ د ساختمان په مختلفو ځائنو کی په یوه ټاکلی فاصله (X) واحدمتحرک بار کینښودل او د ستاتیک څخه په استفاده د هر تابع (عرضی قوه ، مومنټ ، غبرګون) قیمت پیدا کول.
- ✓ که چیرته د اتکائی غبرګون تاثیر خط رسمول مطلوب وی ، هغه عکس العملونه چی جهت ئی پورته وی مثبت بلل کیږی.
- ✓ که چیرته د عرضی قوی یا د مومنټ تاثیر خط په یوه ټاکلی نقطه کی کارېل مطلوب وی هغه سیستم څخه استفاده کیږی کوم چی د مومنټ یا د پریکونکو قوو دیاګرامونه رسمولوو لپاره استعمال شوی وو.
- ✓ د ټولو معین ستاتیکی ګاډرونو تاثیر خط به په مستقیم خطی برخو مشتمل وی .
- ✓ د غلطیو مخنیوی لپاره بائد لومړی یو جدول کی ټول قیمتونه یوځاي شی او بیا ئی ګراف رسم شئ.

2) د تاثیر خط معادلی په واسطه :

کولی شو چی تاثیر خط رسم کړو که چیرته لومړی یو ځای بدلیدونکئ واحد بار د ساختمان په یوه نقطه د یوی اتکاء څخه په یو څه فاصله (x) فرض کړو او بیا د مطلوب تابع (عرضی قوه ، انحنایی مومنټ یا عکس العمل) لپاره یوه رابطه لاس ته راوړو تر څو وکولی شو د ساختمان په هره نقطه کی د M ، V یا R قیمتونه پیدا کړو او ګراف یی رسم کړو.

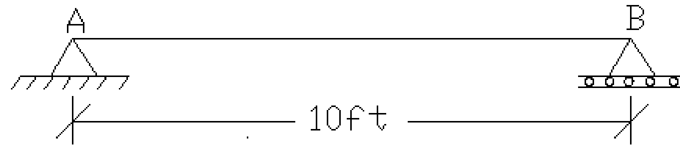
په همدی ډول مختلفو خطی برخو لپاره رابطی لاس ته راوړو او تاثیر خط ئی رسموو.

د اتکايزو غبرګونونو د تاثير خط کاږل

(Influence line of support reactions)

۱ . د ساده اتکايي ګاډرونو د تاثير خط کاږل:

مثال: ۱ د ورکړل شوي ساده اتکايي ګاډر په A اتکاء د عمودي غبرګون (vertical reaction) تاثير خط وکاږي.



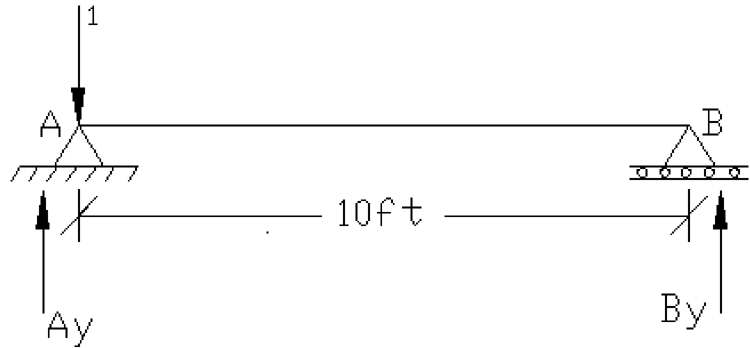
حل: کله چې (x=0) وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$\sum M_B=0$

$Ay\ (10) - 1(10) = 0$

$Ay = 1$

$B_y = 0$



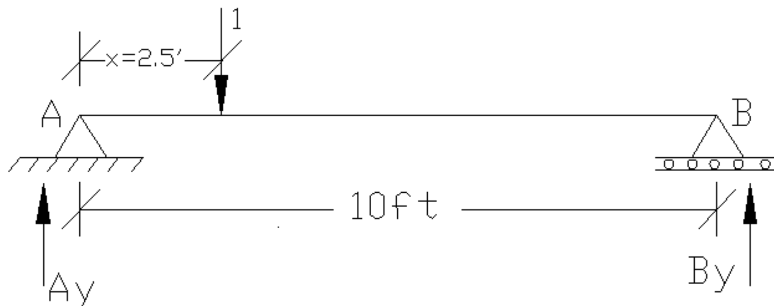
2) کله چې (x=2.5ft) وی واحد متحرک بار له امله په A ټکي کي عکس العمل (A_y) پيدا کوو.

$\sum M_B=0$

$Ay\ (10) - 1(7.5) = 0$

$Ay = 0.75$

$B_y = 0.25$



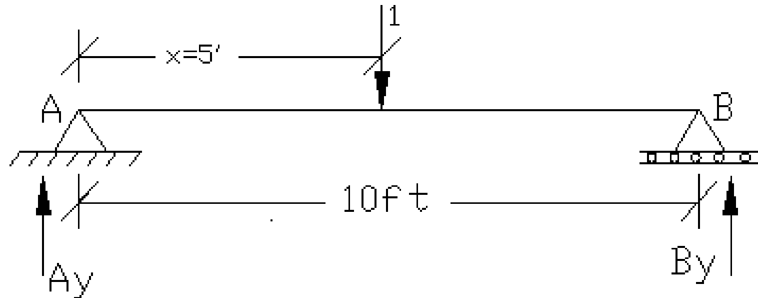
3) کله چی (x=5ft) وی واحد متحرک بار له امله په A تکي کي عکس العمل (A_y) پیدا کوو.

$\sum M_B=0$

Ay (10) – 1(5) = 0

Ay = 0.5

B_y = 0.5



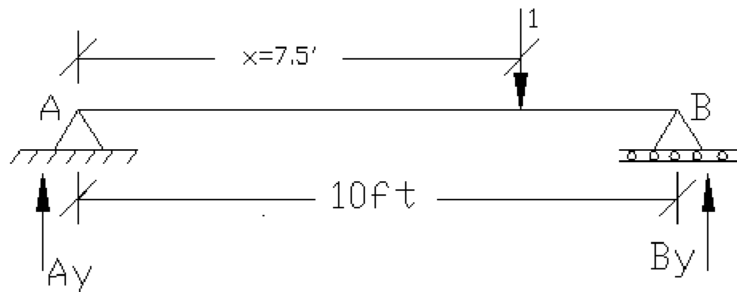
4) کله چی (x=7.5ft) وی واحد متحرک بار له امله په A تکي کي عکس العمل (A_y) پیدا کوو..

$\sum M_B=0$

Ay (10) – 1(2.5) = 0

Ay = 0.25

B_y = 0.75



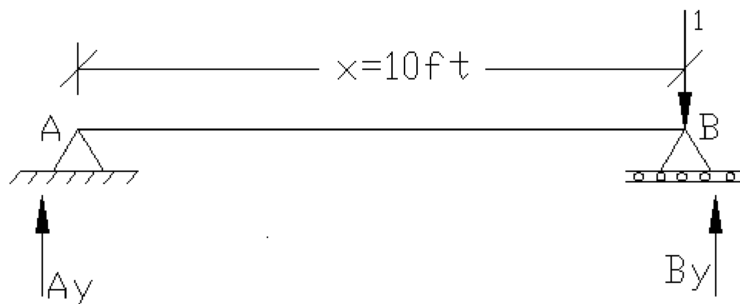
5) کله چی (x=10ft) وی واحد متحرک بار له امله په A تکي کي عکس العمل (A_y) پیدا کوو.

$\sum M_B=0$

Ay (10) – 1(0) = 0

Ay = 0

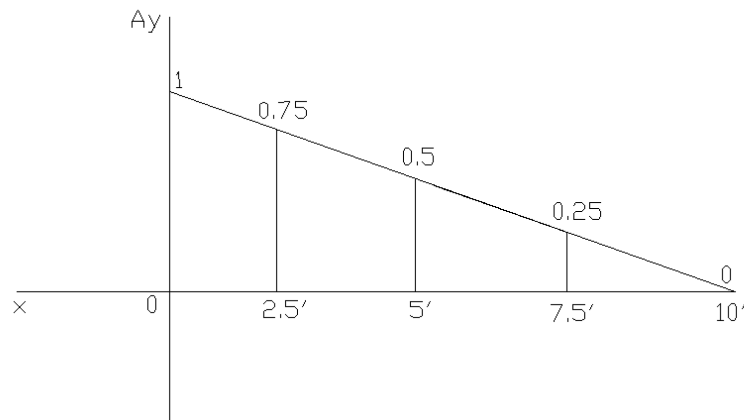
B_y =1



جدول:

X(ft)	A_y
0	1
2.5	0.75
5	0.5
7.5	0.25
10	0

تاثیر خط:

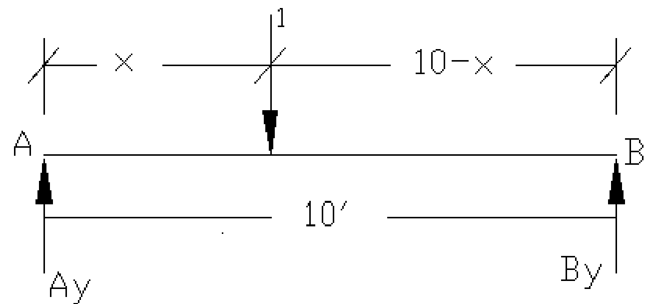


(Influence line equation) تاثیر خط معادله

$\sum M_B=0$

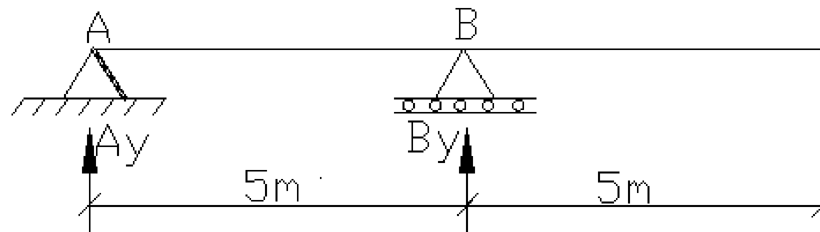
$A_y\,(10) - 1(10\text{-}x) = 0$

$$A_y = 1 - \frac{x}{10}$$



۲. کنسول لرونکي ساده اتکا لرونکي گاډرونو تاثیر خط

مثال: ۲ د ورکړل شوي کنسول لرونکي ساده اتکا لرونکي گاډر په B اتکا د عمودي عکس العمل (vertical reaction) تاثیر خط وکاږي.



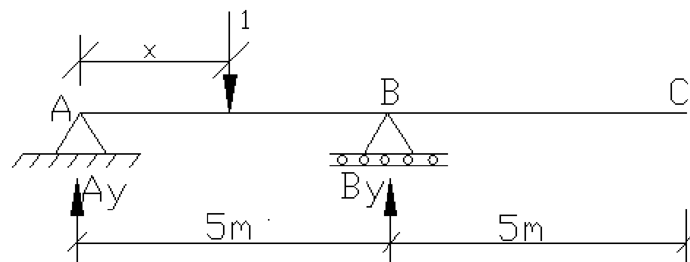
حل:

د تاثیر خط معادله (Influence line equation)

$\sum M_A = 0$

$-B_y(5) + 1(x) = 0$

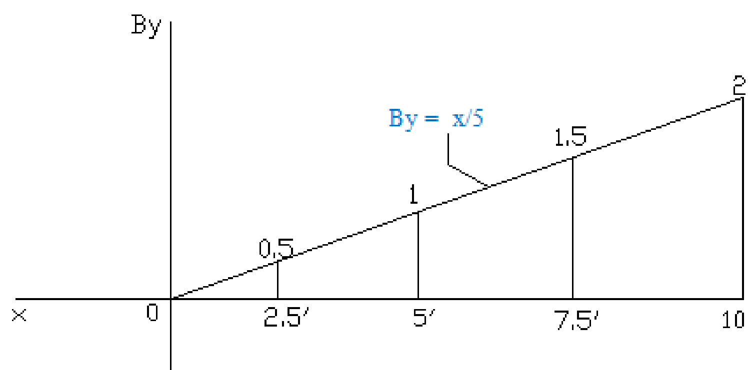
$B_y = \frac{x}{5}$



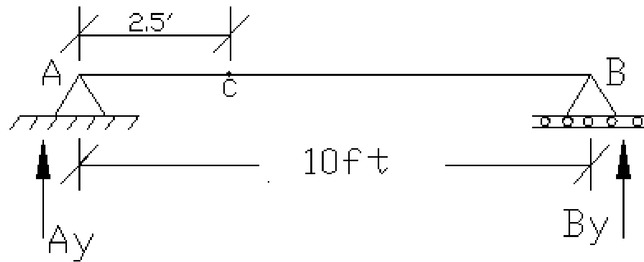
جدول:

X(ft)	B_y
0	0
2.5	0.5
5	1
7.5	1.5
10	2

تاثیر خط:

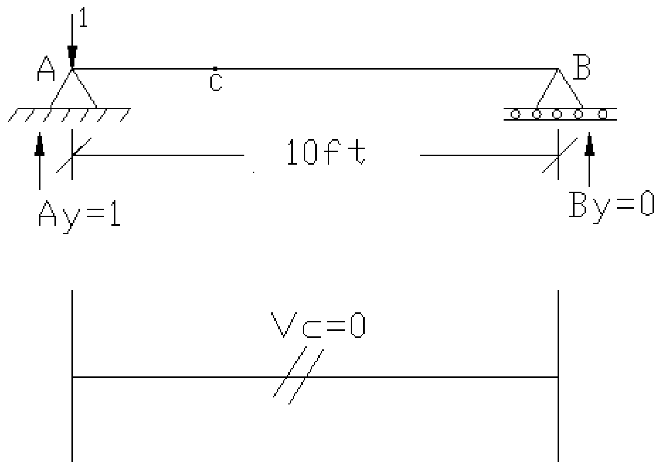


مثال:۳ د ورکړل شوي بیم په c ټکي کې د عرضي قوي تاثیر خط وکاږي.



حل:

1) x=0 V_C=??



$\sum M_A=0$

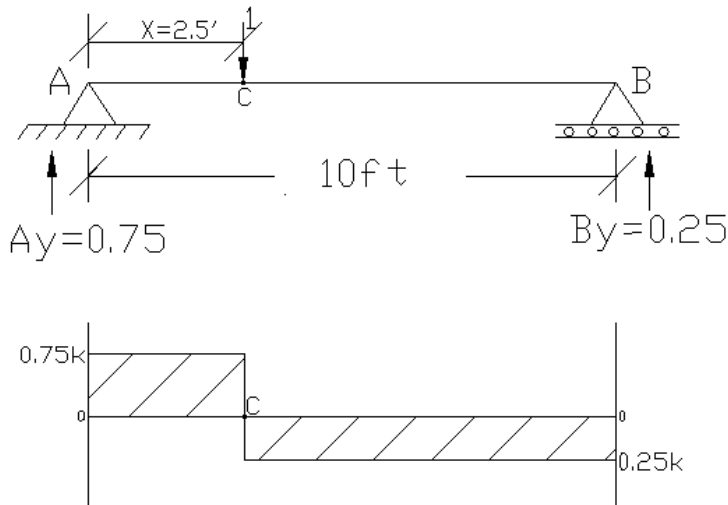
$-B_y(10)+1(0)=0$

$B_y = 0$

$A_y = 0$

2) X=2.5ft V_C=??

پوهیږو چی په C ټکی کی مثبت او منفی عرضی قوه موجوده ده لهذا اول منفی او بیا مثبت شییر پیدا کوو.



$\sum M_A=0$

$-B_y(10)+1(2.5)=0$

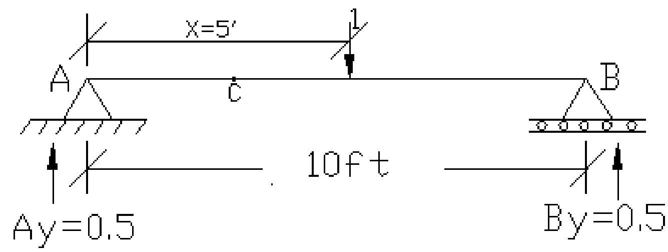
By = 0.25

Ay = 0.75

X=0

V_C= +0.75, -0.25

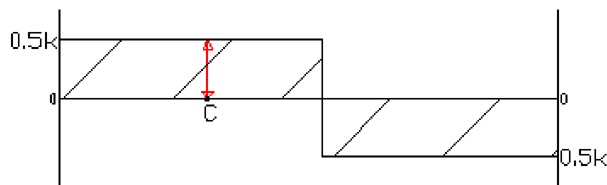
3) X=5ft V_C= ??



$\sum M_A=0$

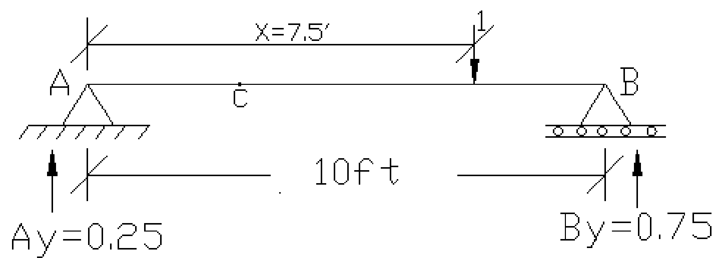
$-B_y(10)+1(5)=0$

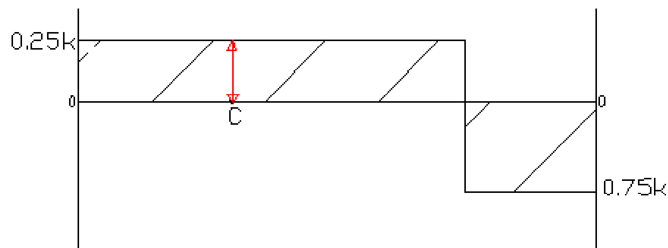
By = 0.5
Ay = 0.5



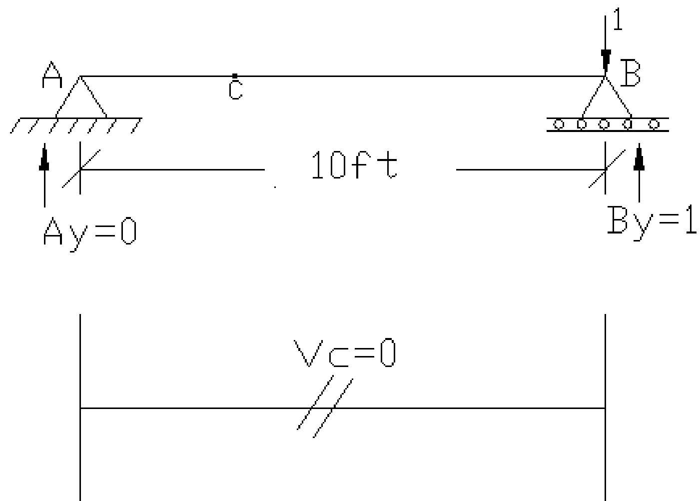
X=0
V_C= + 0.5

4) X=7.5ft V_C= ??





5) X=10ft V_C=??



$\sum M_A=0$

$-B_y(10)+1(0)=0$

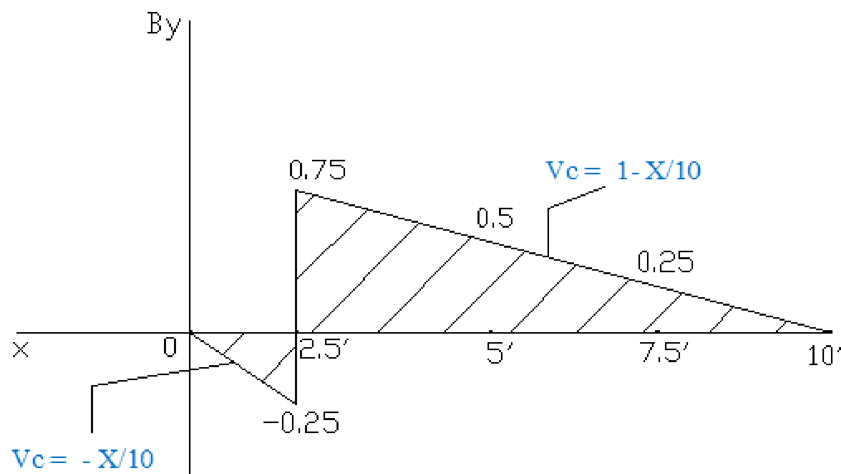
By = 1
Ay = 0

X=10
V_C= 0

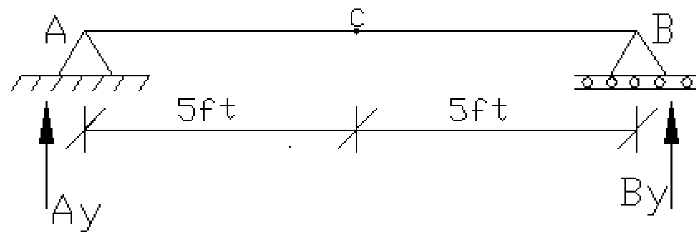
جدول:

X(ft)	V_C
0	0
2.5	-0.25, +0.75
5	0.5
7.5	0.25
10	0

V_C لپاره د تاثير خط:



مثال: د ورکړل شوی بیم په C ټکي کي د مومنټ لپاره تاثیر خط وکاږي.



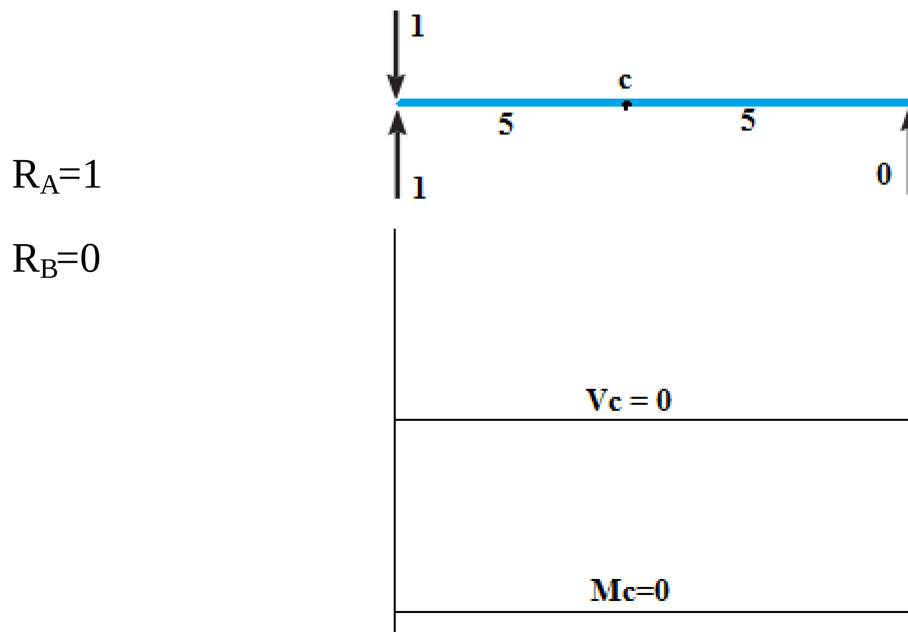
حل:

لومړی پړاو:

Apply unit load at x=0

$R_A=1$

$R_B=0$



دوئم پړاو:

Apply unit load at x=2.5ft

$\sum M_B=0$

$10R_A-(1x0.75)=0$

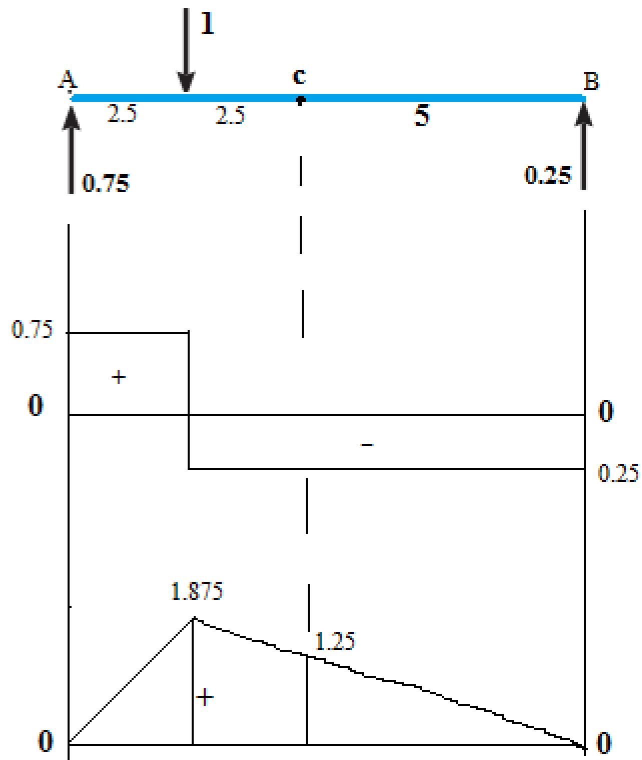
$R_A=0.75$

$\sum F_y=0$

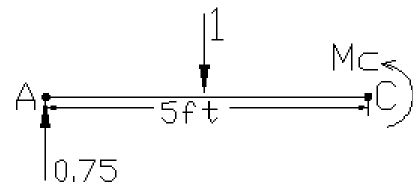
$0.75-1+R_B=0$

$R_B=0.25$

همدارنګه



Section at C



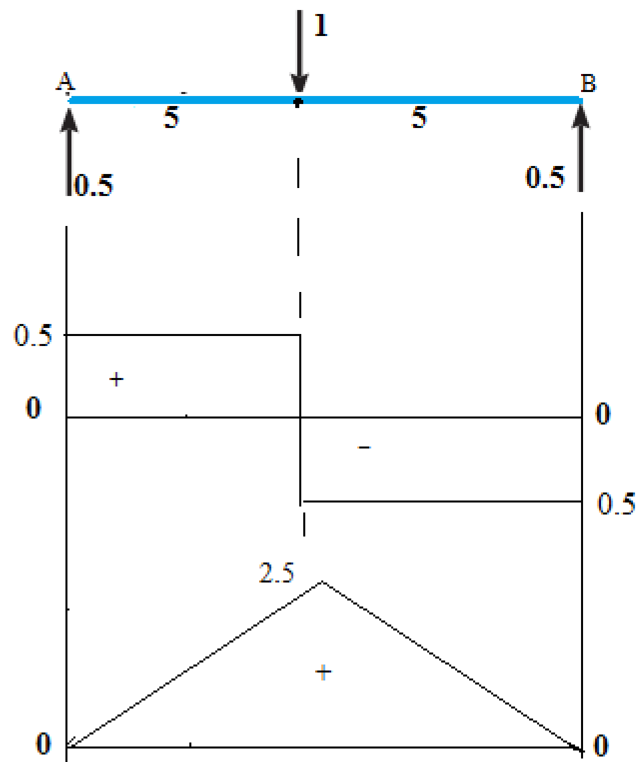
$\sum M_c=0$

$-M_c - 1(2.5) + 0.75(5) = 0$

$M_c=1.25$

دريم پړاو:

Apply unit load at x=5ft



$\sum M_B=0$

$10R_A – (1x5) =0$

$R_A=0.5$

$\sum F_y=0$

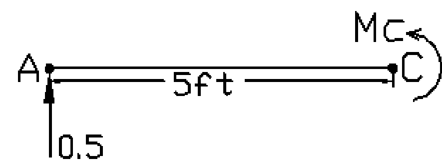
$0.5-1+R_B =0$

$R_B=0.5$

$\sum M_C=0$

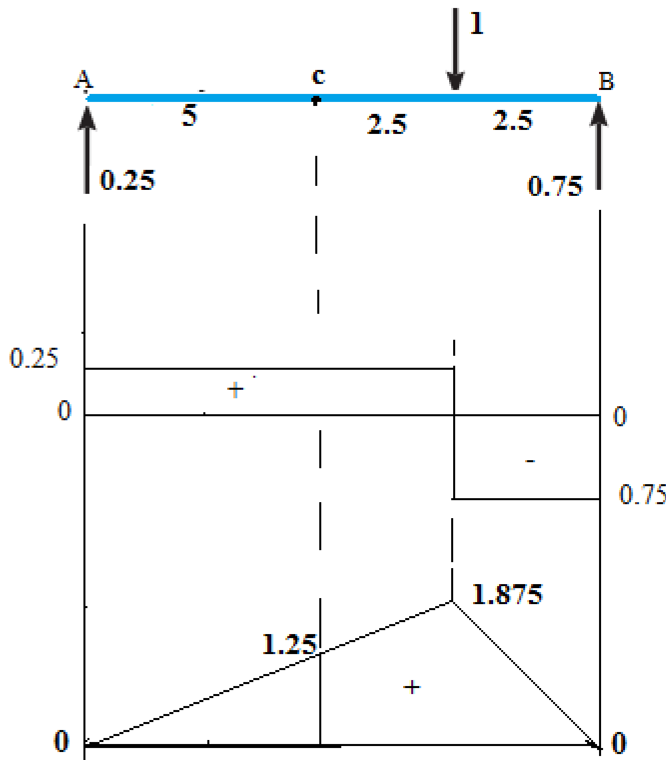
$-M_C+0.5(5) =0$

$M_C = 2.5$



خلورم پړاو:

Apply unit load at x=7.5ft



$\sum M_B=0$

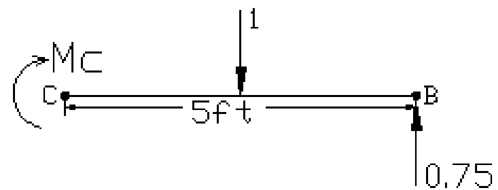
$10R_A - (1x2.5) = 0$

$R_A = 0.25$ همدارنگه $R_B=0.75$

$\sum M_c=0$

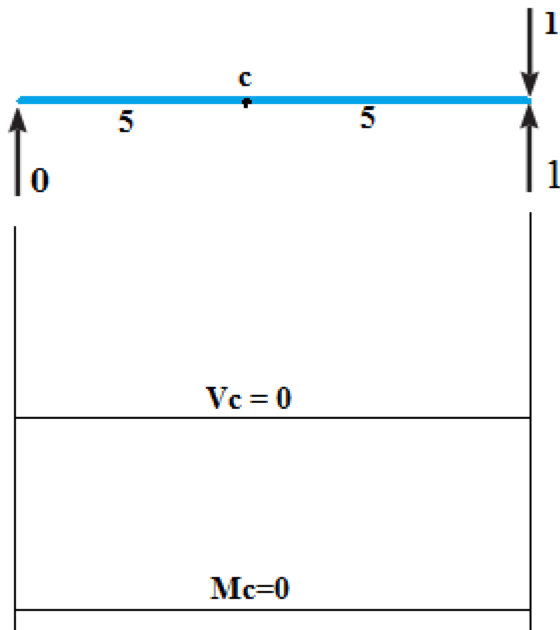
$M_c + 2.5 - 0.75(5) = 0$

$M_C = 1.25$



پنځم پړاو:

Apply unit load at x=10ft



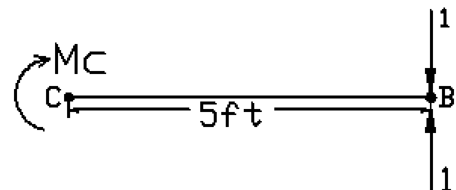
$R_A=0$

$R_B=1$

$\sum M_c=0$

$M_c + 1(5) - 1(5) = 0$

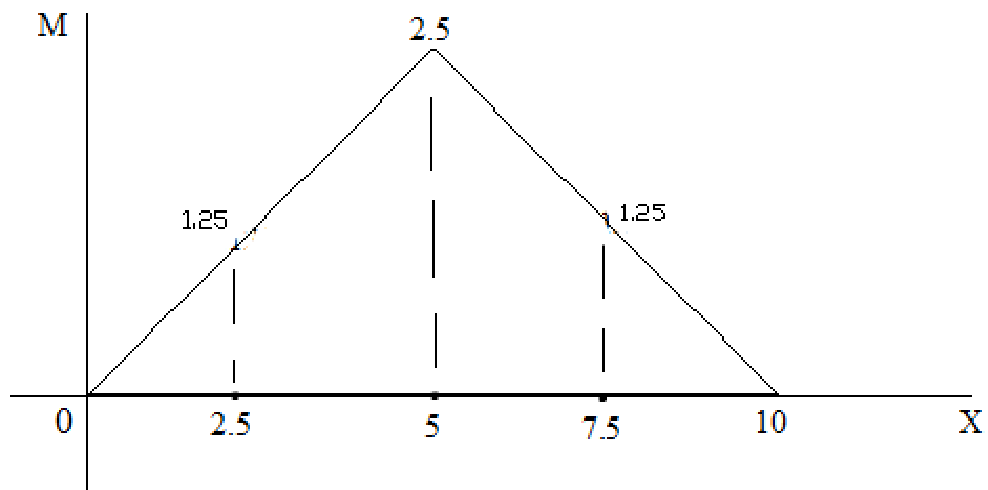
$M_C = 0$



جدول:

X	M_C
0	0
2.5	1.25
5	2.5
7.5	1.25
10	0

تاثیر خط



دتاثیر خط کاږلو لپاره د مولر برسلو قاعده
(Muller-Breslau Principle)

په کال ۱۸۸۶ کی مولر برسلو د تاثیر خط په اسانی او چټک شکل کاږلو لپاره یو قاعده وړاندی کړه چی ده عکس العمل ، عرضانی قوی ، یا ده مومنټ (Reactions, Shear, moment) تاثیر خط ده ساختمان کوږ شوی شکل (deflected shape) سره مشابهت لری کله چی پری هغه قواوی عمل وکړی د کوم لپاره چی ګراف رسمول مطلوب وی.

کړنلاره (Procedure)

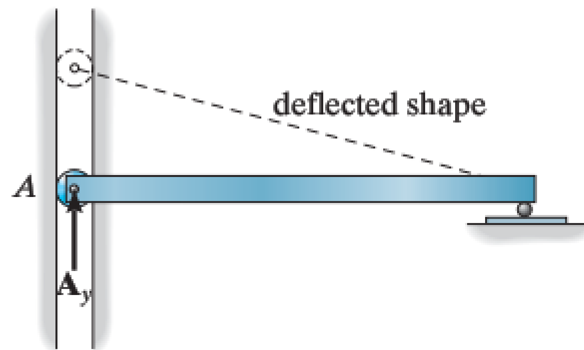
د یوی تابع (عرضانی قوی ، مومنټ ، یا عکس العمل) کوږ شوی شکل کاږلو لپاره لومړی ګاډر هغه ظرفیت چی نوموړی تابعګانی مزاحم کړی، د منځه وړل کیږی یعنی هغه ټکی چیرته چی تابع لپاره ګراف کاږل مطلوب وی د هغه ټکی څخه اتکاء د مینځه وړل کیږی (که چیرته موجوده وی) تر څو د قواو په استعمال د ګاډر شکل تغیروخوری او د تاثیر خط ئی په لاس راشی.

بیلګه:

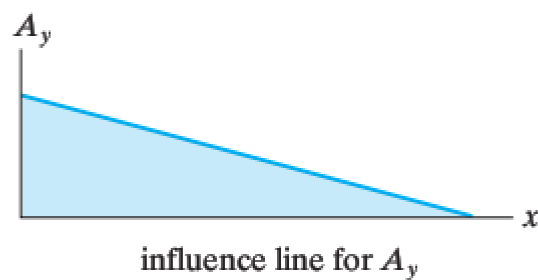
1. د ورکړل شوی ساده اتکائی ګاډر په A اتکاء عمودی غبرګون لپاره که چیرته د تاثیر خط کاږل غواړو، لومړی بائد د A ټکی څخه اتکاء لری کړو او همدارنګه ساکنه اتکاء په عمودی رولر بدله کړو تر څو ګاډر په اسانۍ سره کوږ شی.



2. کله چی د A ټکی څخه ساکنه اتکاء په عمودی رولر بدله شی او هغه عکس العمل کوم لپاره چی د تاثیر خط رسمول مطلوب وی پری ولګول شی ، ګاډر د شکل په څیر کوږوالی پیدا کوی او همدا کوږ شوی شکل د تاثیر خط وی.



3. دا کوږ شوی شکل A_y لپاره د تاثیر خط عمومي شکل دی.



influence line for A_y

نوټ:

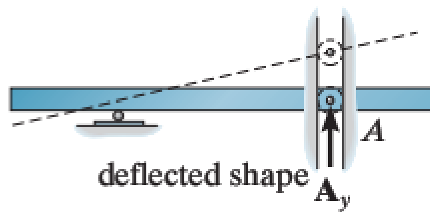
د یادونی وړ ده چې نوموړی قاعده د تاثیر خط عمومي اشکالو لپاره د استعمال وړ ده او نور هیڅ ډول معلومات نه څرګندوي. دقیق معلوماتو لپاره پورته تشریح شوی میتودونو څخه استفاده کیږي.

مثال : ۱ د ورکړل شوی بیم په A ټکي کی د عمودی غبرګون تاثیر خط وکاږی. (مولر برسلو قاعده)

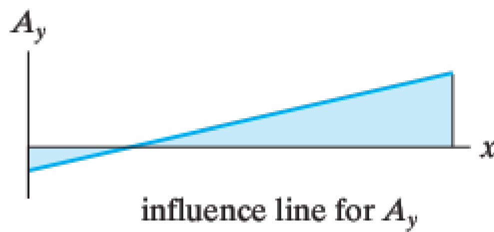


حل:

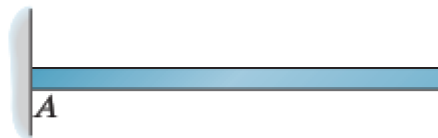
۱. د A ټکی اتکاء په یو عمودی رولر بدلیږی.

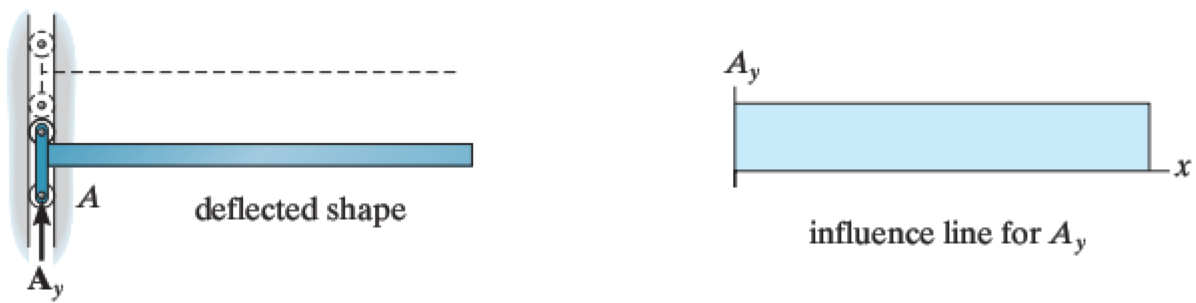


۲. دا کوږشوی شکل (Deflected shape) د نوموړی بیم د تاثیر خط دی.

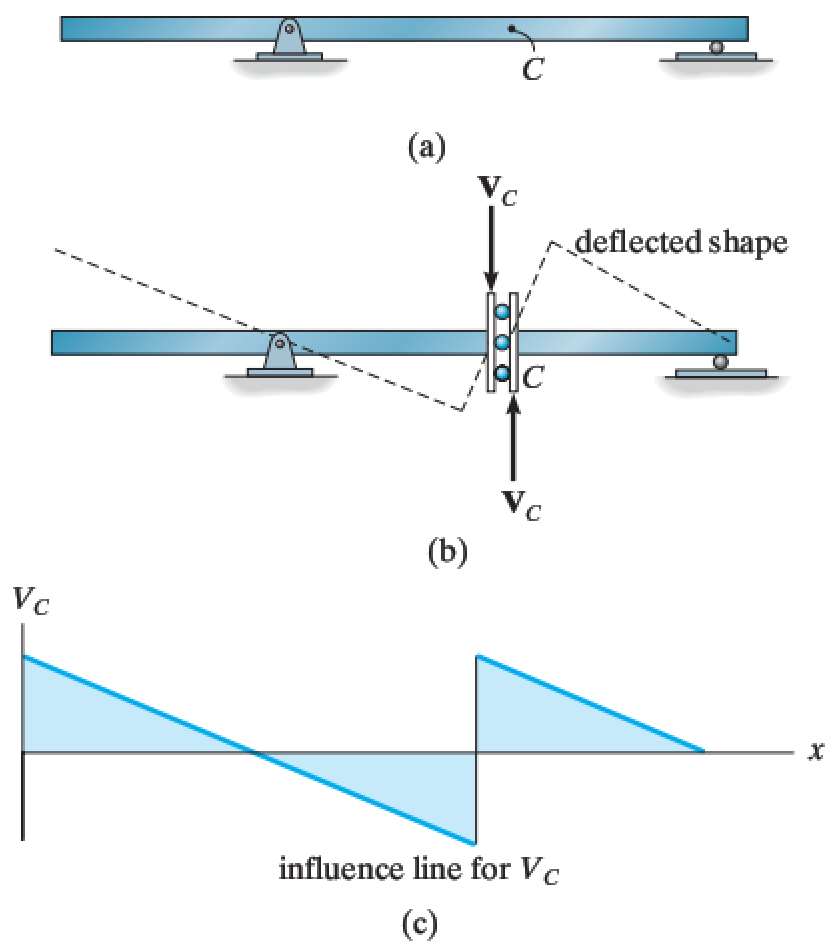


مثال : ۲ د ورکړل شوی بیم په A ټکي کی د عمودی غبرګون تاثیر خط وکاږی. (مولر برسلو قاعده)

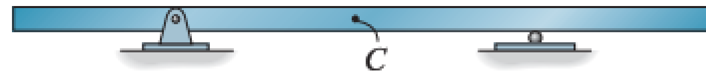




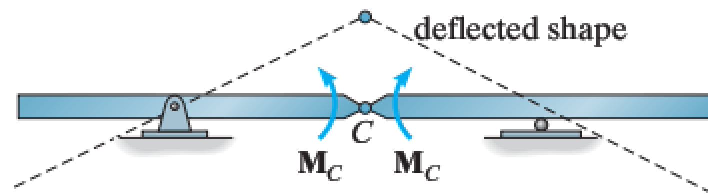
مثال: ۳ د ورکړل شوی بیم په C نقطه کی د عرضی قوی تاثیر خط وکاږی. (مولر برسلو قاعده)



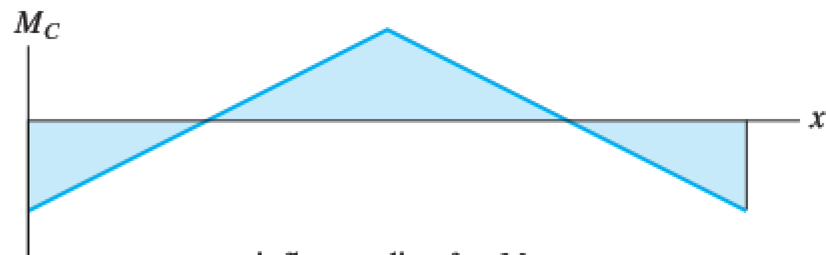
مثال : ۴ د ورکړل شوی بیم په C نقطه کی د مومنټ تاثیر خط وکاږی.(مولر برسلو قاعده)



(a)



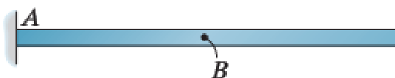
(b)

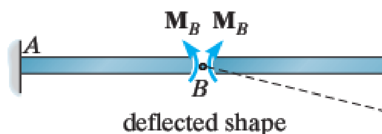


influence line for M_C

(c)

مثال : ۵ د ورکړل شوی بیم په B نقطه کی د مومنټ تاثیر خط وکاږی.(مولر برسلو قاعده)

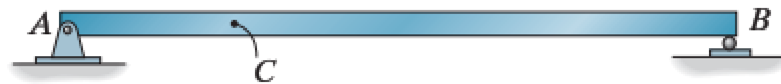






تمرين (Exercise)

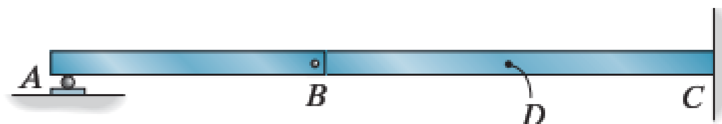
1. د مولر برسلو قاعدې څخه په استفاده، د لاندې ورکړل شوې بیم د A اتکاء د عکس العمل او په C نقطه د عرضي قوې او مومنټ تاثیر خط وکاږي.



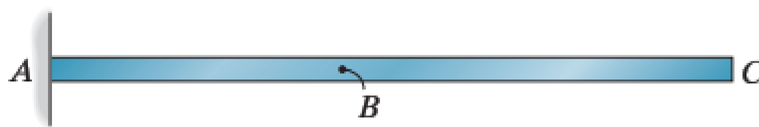
2. د مولر برسلو قاعدې څخه په استفاده، د لاندې ورکړل شوې بیم په A اتکاء د عکس العمل او په D نقطه د عرضي قوې او مومنټ تاثیر خط وکاږي.



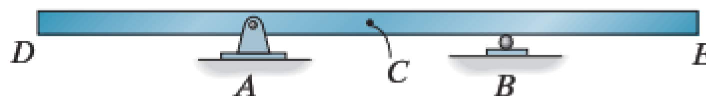
3. د مولر برسلو قاعدې څخه په استفاده، د لاندې ورکړل شوې بیم د A اتکاء د عکس العمل او په D نقطه د عرضي قوې او مومنټ تاثیر خط وکاږي.



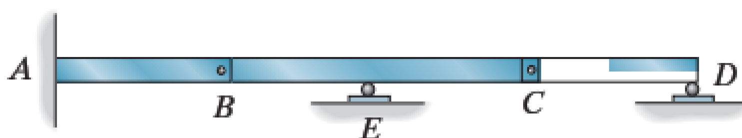
4. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء عکس العمل او په B نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکاږي.



5. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء د عکس العمل او په C نقطه د عرضی قوی او مومنټ تاثیر خط وکاږي.



6. د مولر برسلو قاعدی څخه په استفاده، د لاندی ورکړل شوی بیم په A اتکاء د عکس العمل او په A نقطه کی د مومنټ تاثیر خط وکاږي.

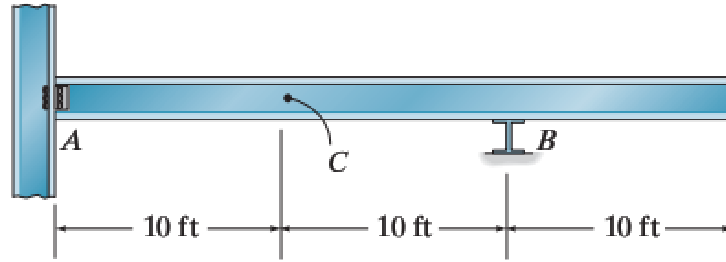


7.

د تاثیر خط رسم کړی.

a.په C نقطه مومنټ لپاره

b په B نقطه عکس العمل لپاره



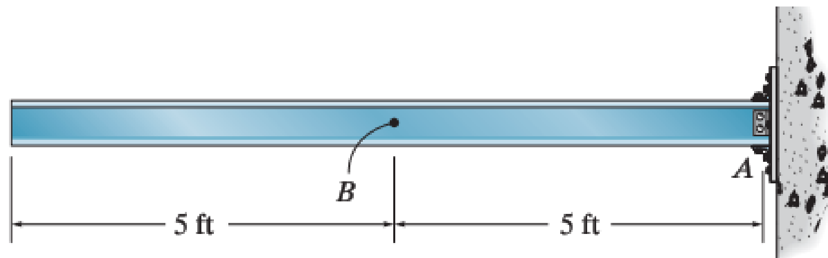
.8

د تاثیر خط رسم کړی.

a.په A نقطه عکس العمل لپاره

b په A نقطه مومنټ لپاره

C په B نقطه شیر فورس لپاره



پنځم څپرکی

کیبلونه او زوړند پلونه

Cables and suspension bridges

کیبلونه اکثر په ساختمانونو کی د یو برخی څخه بلی برخی ته ده قواو انتقال لپاره استعمالیږی.
په کیبلونو کی انحنایي مومنټ او عرضاني قوی صفر وي همدا رنګه فشاری قوی هم په کیبلونو کی صفر وي ،یواځی کششی قواوی پری عمل کوی .
د ډیر زیات ارتجاعیت له امله کیبلونه د عرضانی قواو او مومنټ په مقابل کی مزاحمت نه شی ښودلی او ټول بارونه په کششی توګه پائو او تهداب ته انتقالوی.
د کیبلونو څخه په ځوړند پلونواو زوړند چتونو کی ډیره استفاده کیږی چی په لاندی حالتونو کی یي تر څیړ نی لاندی نیسو .
په تحلیل کی اسانتیا لپاره دا فرضیږی چی کیبل په مکمله توګه ارتجاعیت لرونکی دی او د وزن په لګیدو ئی په طول کی تغیر نه راځی.
ده دی سستمونو په تحلیل کی ده کیبلونو خپل وزن په نظر کی نه نیول کیږی.

1) کیبلونه د متمرکز بارونو لاندی
2) کیبلونه دمنظم ویشل شوی بارونو لاندی

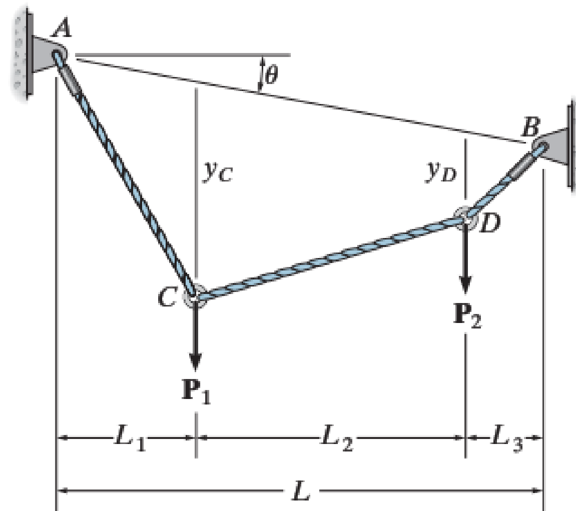
کیبلونه د متمرکز بارونو لاندی

Cables subjected to concentrated loads

کله چی په کیبل یوشمیر متمر کز بارونه عمل کوی ،کیبل د شکل په څیر په مختلفوخطی برخو تقسیمیږی په کوم کی چی هره برخه د یو ثابت اندازه کششی قواو لاندي واقع کیږی. په لاندی ورکړ شوی شکل کی θ د کیبل د رسیۍ(AB) زاویه او L د کیبل طول دی.که چیرته فاصلی L_1 ، L_2 ، L_3 او P_1 ، P_2 له مخکی نه معلوم وی نو بیا نهه نامعلومی قوی بائد محاسبه شی.

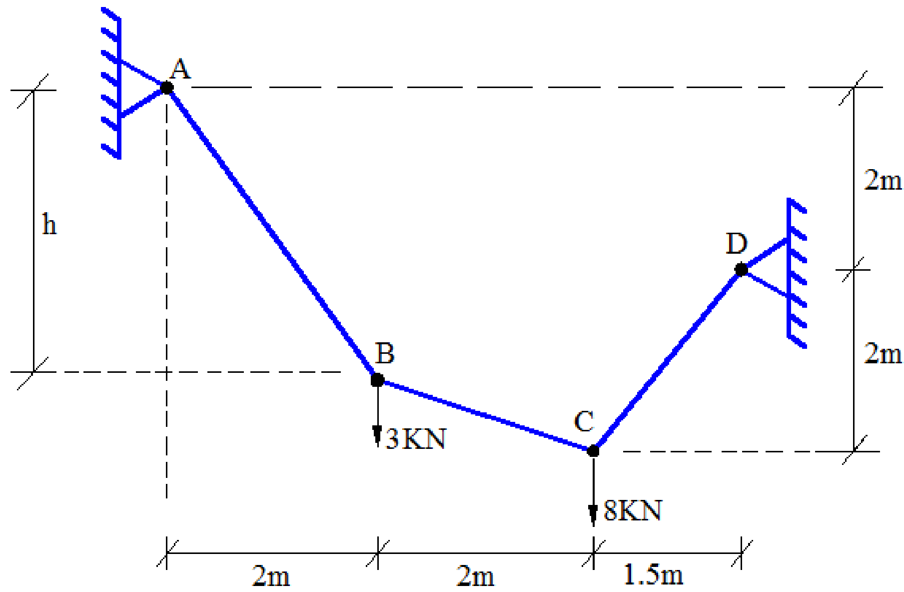
نامعلومی قوی په لاندی ډول دی.

- ✓ د کیبل د هری برخی کششی قوه (دری)
- ✓ په A او B اتکاء د غبرګون دوه ترکیبات (څلور)
- ✓ په C او D ټکو کی کړوبیدنه (sag) y_C او y_D (دوه)



تحلیل لپاره د کیبل په هره نقطه کی د قواو تعادل په پام کی نیسو او هر ټکی لپاره دوه معادلی په کار راوړو تر څو مجموعی اته معادلی جوړی شی.نهمه معادله جوړولو لپاره بائد د کیبل جیومیټری باره کی معلومات ولرو.

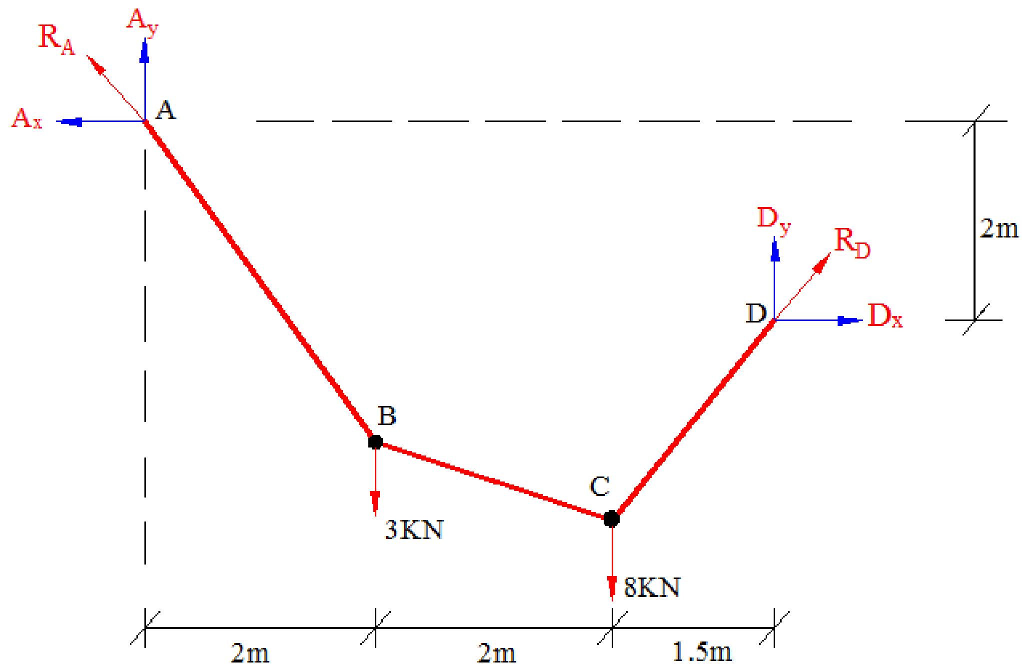
مثال 1: د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کی کششی قواوی، اتکایز غبرګونونه ، او د h نامعلوم لوړوالی محاسبه کړی.



$R_A=?$ $A_x=?$ $A_y=?$, $R_D=?$ $D_x=?$ $D_y=?$ $T_{AB}=?$ $T_{BC}=?$ $T_{CD}=?$ $H=?$

حل:

1) اتکایز عکس العملونه :



$\sum M_A = 0$

$-D_y (5.5) + 8(4) + 3(2) - D_x (2) = 0$

$5.5D_y + 2D_x = 38$……..1

$\sum M_C = 0$

$D_x (2) - D_Y (1.5) = 0$

$2 D_x - 1.5 D_Y = 0$……….2

د 1 او 2 معادلو څخه لرو

$D_Y = 5.43KN$

$D_x = 4.07KN$

$$R_A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{4.07^2 + 5.57^2}$$

$R_A = 6.9KN$

$$R_D = \sqrt{{D_x}^2 + {D_y}^2} = \sqrt{4.07^2 + 5.43^2}$$

$R_D = 6.79KN$

$\sum F_Y = 0$

$A_Y + D_Y - 8 - 3 = 0$

$A_Y + 5.43 - 8 - 3 = 0$

$\rightarrow A_Y = 5.57KN$

$\sum F_X = 0$

$D_x - Ax = 0$

$A_x = D_x \quad \rightarrow A_x = 4.07KN$

2) په هری برخی کی د کششی قوی پیدا کول:

$T_{AB} = R_A = 6.9KN$

$T_{DC} = R_B = 6.79KN$

$\sum F_Y = 0$

$6.79\sin 53.13 - 8 + T_{CB}\sin\theta_{CB} = 0$

$T_{CB}\sin\theta_{CB} = 2.57 \ldots\ldots 1$

$\sum F_X = 0$

$6.79\cos 53.13 - T_{CB}\cos\theta_{CB} = 0$

$T_{CB} = \dfrac{4.07}{\cos\theta_{CB}}$ putting in eq (1)

$4.07 \dfrac{\sin\theta_{CB}}{\cos\theta_{CB}} = 2.57$

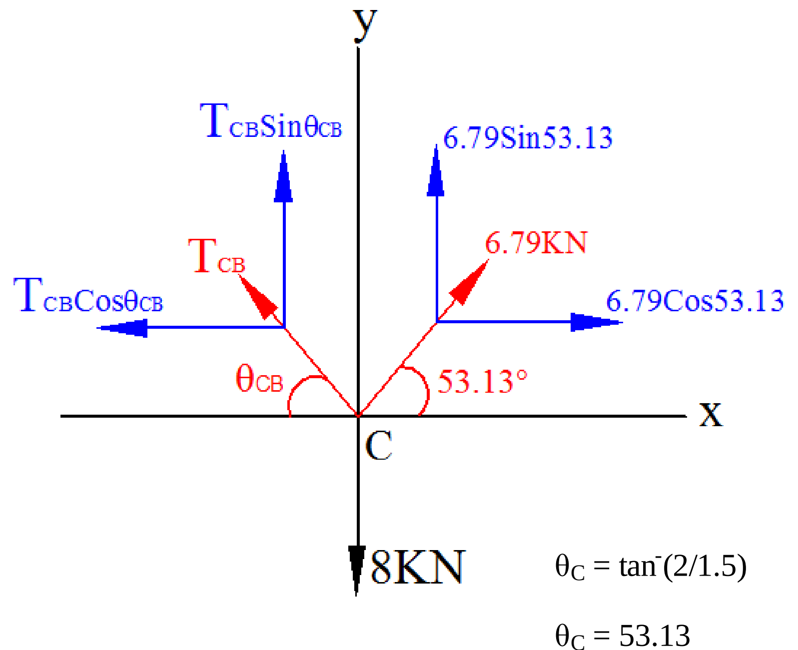
$4.07\tan\theta_{CB} = 2.57$

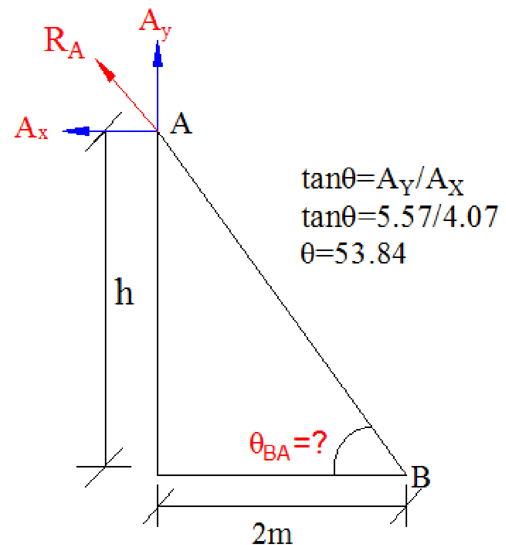
$\theta_{CB} = 32.3^\circ$ put this in above equation to get T_{BC}

$6.79\cos 53.13 - T_{CB}\cos 32.3 = 0$

$4.07 - 0.845T_{CB} = 0$

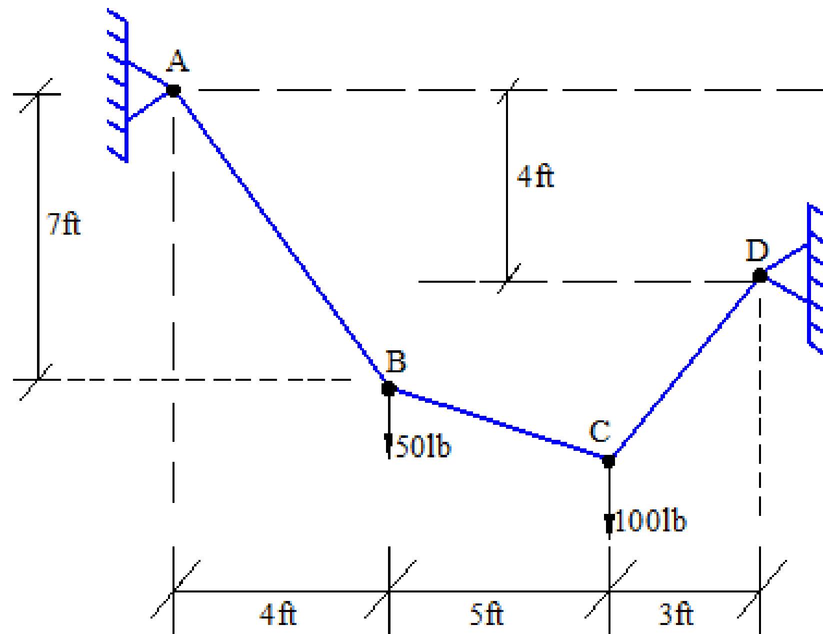
$T_{CB} = 4.82KN$





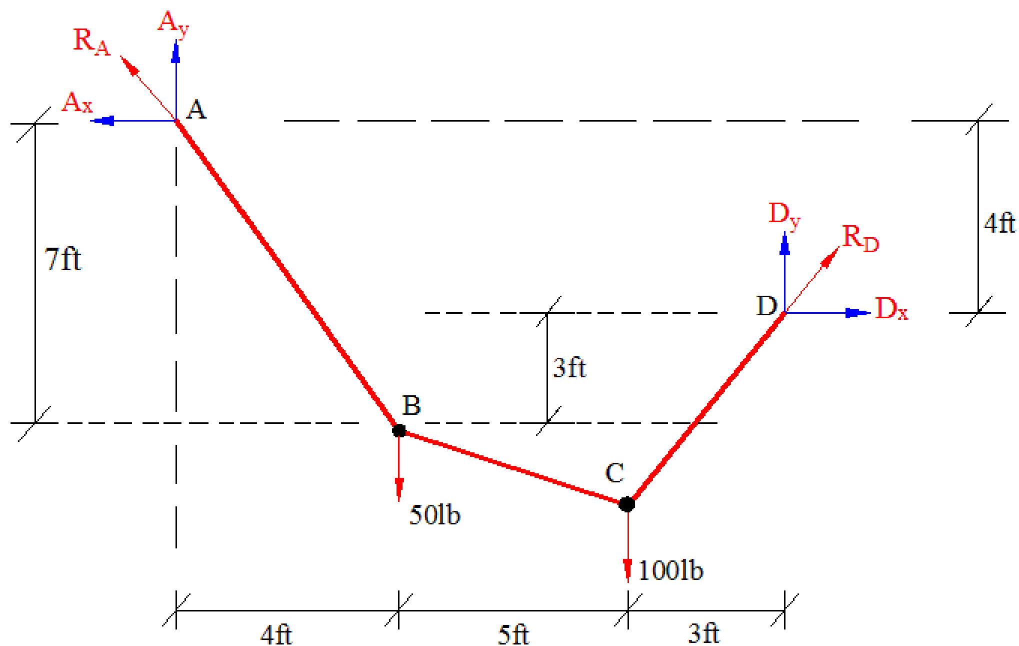
$h = 2\tan 53.8 = 2.74$ m

مثال 2: په شکل کی د ښودل شوی کیبل په ټولو برخو کی کششی قواوي، اتکایز غبرګونونه او د کیبل مجموعي اوږدوالي پیدا کړي



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :



$\sum M_A = 0$

$-D_y (12) + 50(4) + 100(9) - D_x (4) = 0$

$4D_x + 12D_y = 1100 \ldots\ldots 1$

$\sum M_B = 0$

$D_x (3) - D_Y (8) + 100(5) = 0$

$3D_x - 8D_Y = -500 \ldots\ldots\ldots 2$

د 1 او 2 معادلو څخه لرو

$D_Y = 77.94lb$

$D_x = 41.2lb$

$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{41.2^2 + 77.94^2}$

$R_D = 88.1lb$

$\sum F_Y = 0$

$A_Y + D_Y - 50 - 100 = 0$

$A_Y + 77.94 - 50 - 100 = 0$

$\rightarrow A_Y = 72.06KN$

$\sum F_X = 0$

$D_x - Ax = 0$

$A_x = Dx \quad \rightarrow A_x = 41.2KN$

$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{41.2^2 + 72.06^2}$

$R_A = 83lb$

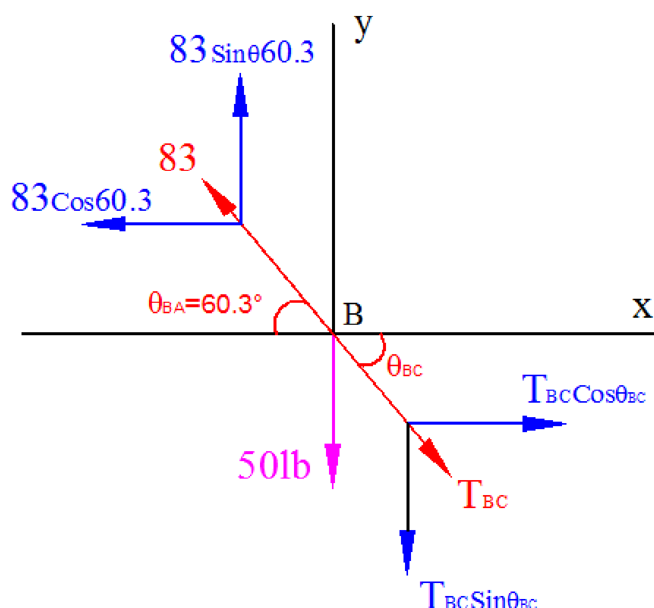
2) په هری برخی کی د کششی قوی پیدا کول:

برخه AB

$T_{AB} = R_A = 83lb$

برخه DC

$T_{DC} = R_B = 88.1lb$



برخه BC

$\sum F_Y = 0$

$83\sin 60.3 - 50 - T_{BC}\text{Sin}\theta_{BC} = 0$

$T_{BC}\text{Sin}\theta_{BC} = 22.096 \ldots\ldots..(2)$

$\sum F_X = 0$

$-83\cos 60.3 + T_{BC}\cos\theta_{BC} = 0$

$T_{BC} = \frac{41.12}{\cos\theta_{BC}}$ putting in eq (2)

$41.12\,\frac{\text{Sin}\theta BC}{\cos\theta_{BC}} = 22.096$

$41.12\tan\theta_{BC} = 22.096$

$\theta = 28.252°$

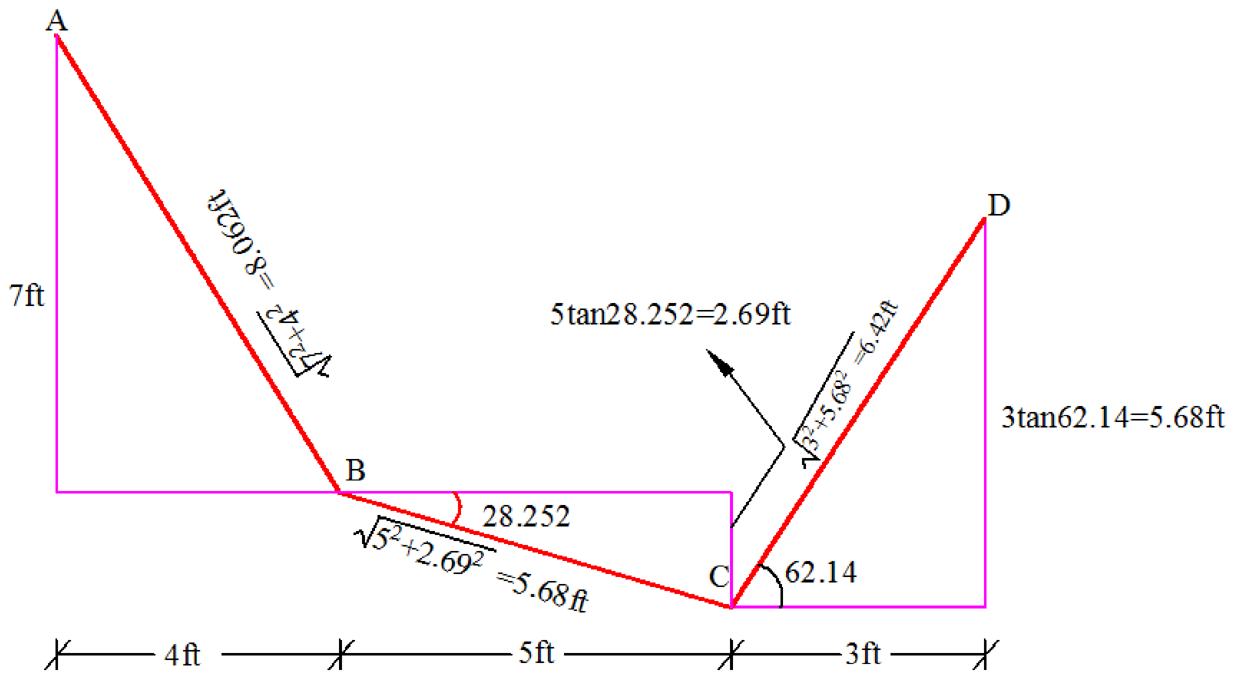
$\theta_{BC} = 28.252^\circ$ put this in above equation to get T_{BC}

$T_{BC}\text{Sin}\theta_{BC} = 22.096$

$T_{BC} = 19.5/\sin 25.37$

$T_{BC} = 46.7\text{lb}$

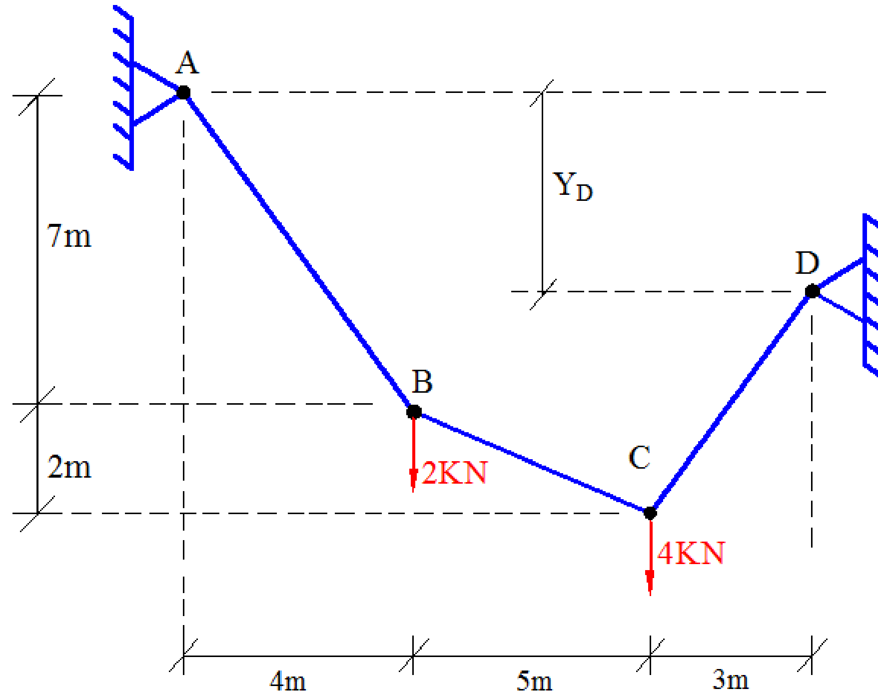
3) د کیبل مجموعی اوږدوالي:



$$\text{Tan}\theta_{CD} = \frac{D_Y}{D_X} = \frac{77.94}{41.2} \qquad \theta_{CD}=62.14$$

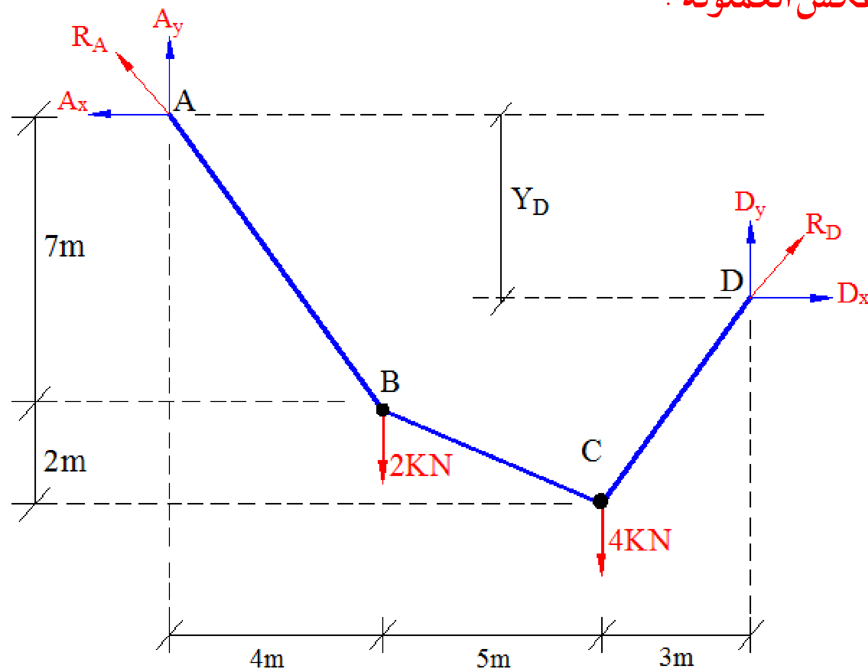
$$L=\sqrt{7^2+4^2}+\sqrt{5^2+2.69^2}+\sqrt{3^2+5.68^2}=20.2\text{ft}$$

مثال3 : د کیبل په ټولو برخو کی کششي قواوی، اتکایز غبرګونونه ،د کیبل مجموعی اوږدوالي، او د y_D نامعلومه ارتفاع پیدا کړي؟



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :



$\sum M_B = 0$

$-7A_X + 4A_Y = 0$..............1

$\sum M_C = 0$

$-9A_X + 9A_Y - 2(5) = 0$........2

د 1 او 2 معادلو څخه‌لرو

$A_Y = 2.593KN$

$A_x = 1.48KN$

$R_A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \sqrt{2.593^2 + 1.48^2}$

$R_A = 2.986KN$

$\sum F_Y = 0$

$A_Y + D_Y - 2 - 4 = 0$

$2.593 + D_Y - 2 - 4 = 0$

$\rightarrow D_Y = 3.41KN$

$\sum F_X = 0$

$D_x - Ax = 0$

$D_x = Ax \quad \rightarrow D_x = 1.48KN$

$R_D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = \sqrt{3.41^2 + 1.48^2}$

$R_D = 3.72KN$

2) په هری برخی کی د کششی قوی پیدا کول:

AB برخه

$T_{AB} = R_A = 2.986KN$

DC برخه

$T_{DC} = R_B = 3.72KN$

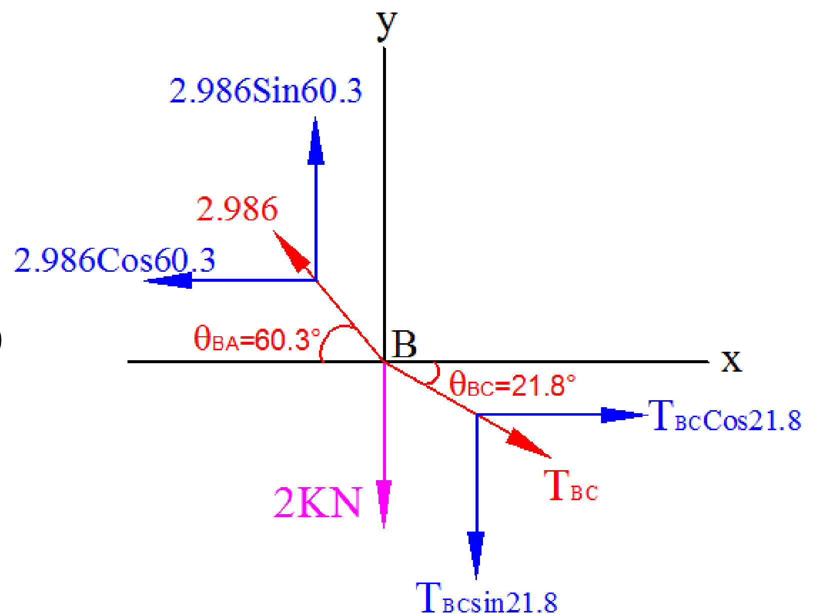
BC برخه

$\sum F_Y = 0$

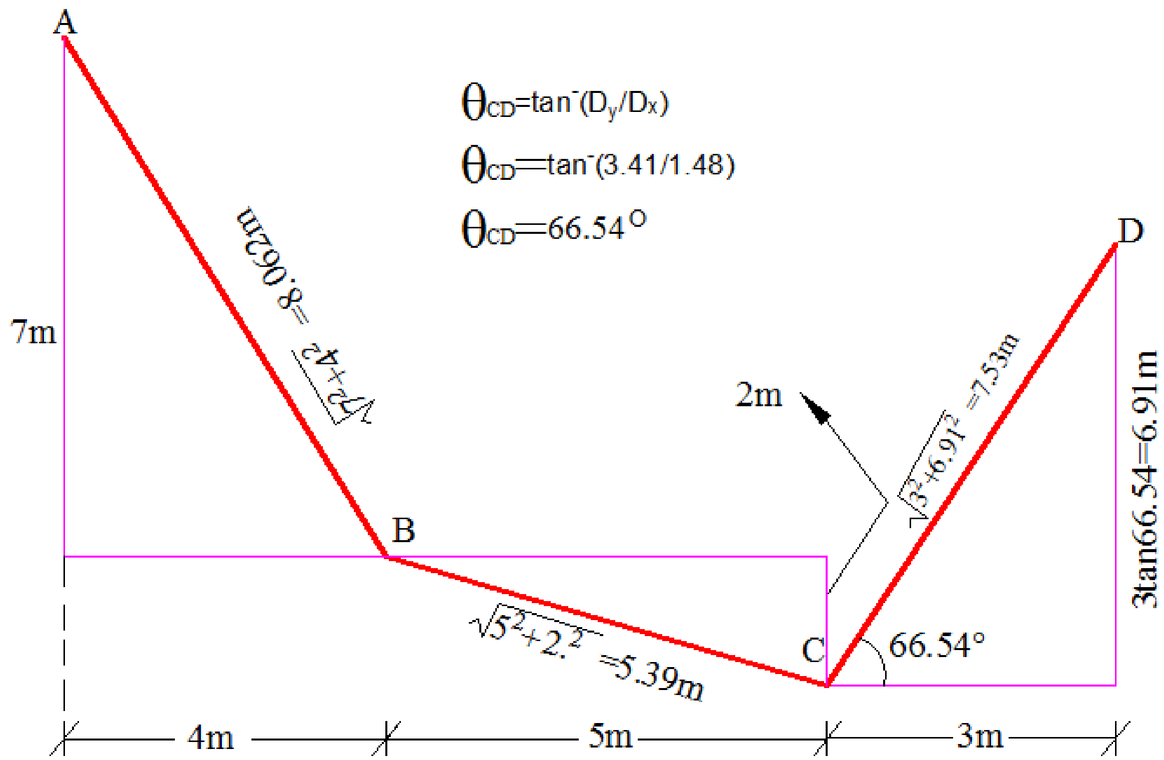
$-T_{BC}Sin21.8 - 2 + 2.986Sin60.3 = 0$

$0.37T_{BC} = 0.594$

$T_{BC} = 1.6KN$



3) د کیبل مجموعی اوږدوالي:



$$L=\sqrt{7^2+4^2}+\sqrt{5^2+2.^2}+\sqrt{3^2+6.91^2}=20.1m$$

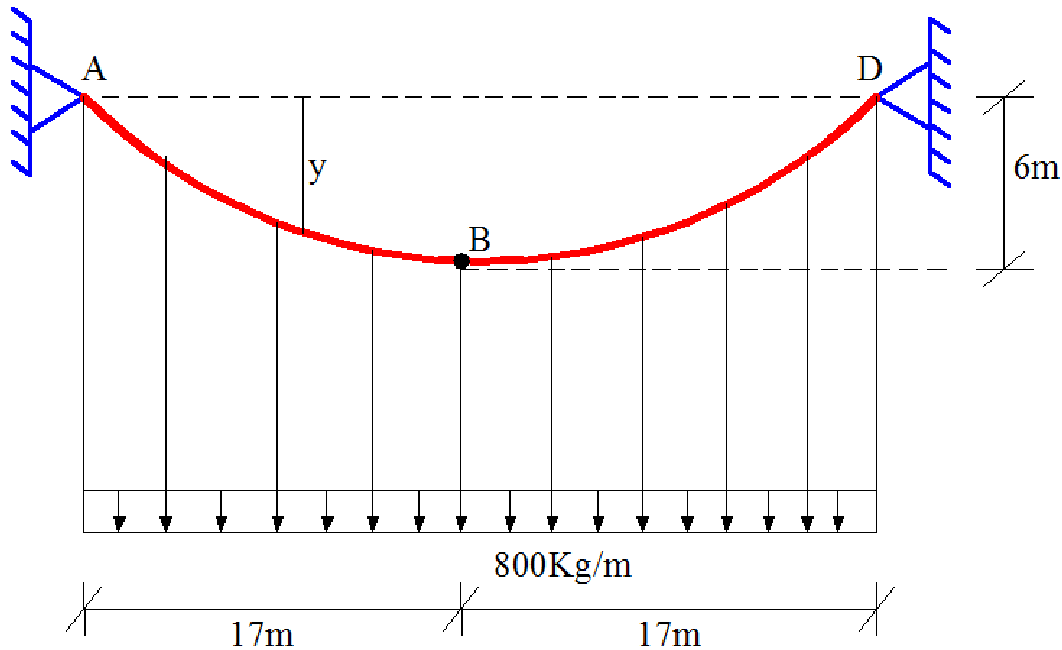
4) د Y_D نامعلوم اوږدوالي:

$$Y_D + 3\tan\theta_{CD} = 9$$
$$Y_D = 9 - 3\tan 66.54$$
$$Y_D = 2.1m$$

کیبلونه د منظم ویشل شوی بارونو لاندی

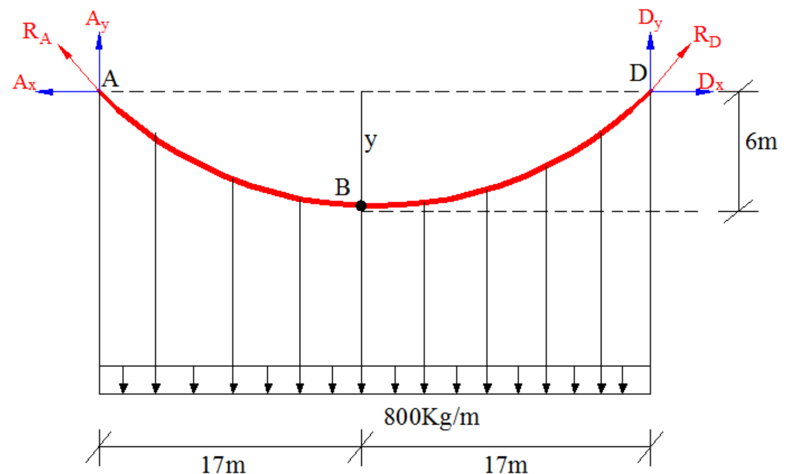
Cables subjected to uniformly distributed load

مثال: په شکل کی ښودل شوی کیبل د 800Kg/m منظم ویشل شوی بار برداشت کولو لپاره استعمال شوی. تاسی د کیبل په A,B,D ټکو کی کششی قواوي، اتکایز غبرګونونه، Y لپاره رابطه او د کیبل مجموعی اوږدوالي پیدا کړي.



حل:

1) اتکایز عکس العملونه:



$\sum M_{ډ} = 0$

$A_y (34) - (800x34)17 = 0$

$A_y = 13600Kg$

$\sum F_y = 0$

$13600 + D_y - (800*34) = 0$

$D_y = 13600Kg$

$\sum M_B = 0$

$-6A_x + (13600*17) - (800*17*8.5) = 0$

$A_X = 19266.7kg$

$\sum F_X = 0$

$A_X = D_X = H$

$-A_X + D_X = 0$

$D_X = A_X \rightarrow D_X = 19266.7kg$

$R_A = \sqrt{A_x{}^2 + A_y{}^2} = \sqrt{19266.7^2 + 13600^2}$

$R_A = 23583.2Kg$

$R_D = \sqrt{D_x{}^2 + D_y{}^2} = \sqrt{19266.7^2 + 13600^2}$

$R_D = 23583.2Kg$

2) کششی قوي پيدا کول:

$T_A = R_A = 23583.2Kg$

$A_X = D_X = H$

$T_D = R_B = 23583.2Kg$

$T_B = H = 19266.7kg$

3) Y لپاره رابطه جوړول:

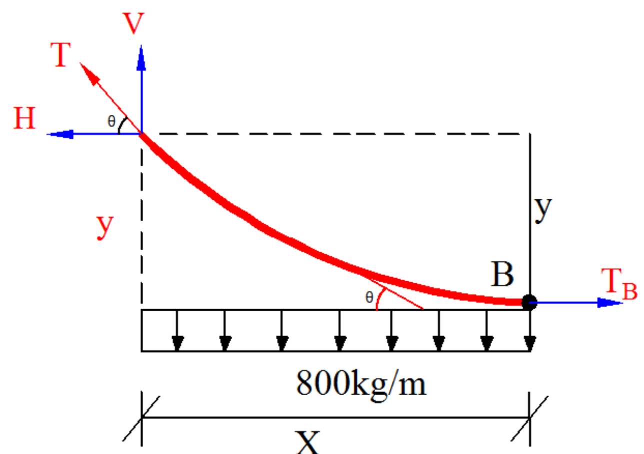
$\sum F_y = 0$

$V - 800X = 0 \rightarrow V = 800X$

$\sum F_x = 0$

$-H + T_B = 0 \rightarrow T_B = H$

$\sin\theta = \frac{V}{T} \rightarrow V = T\sin\theta$



$$V = T\sin\theta \rightarrow 800X = T\sin\theta \rightarrow \sin\theta = \frac{800X}{T}$$

$$\cos\theta = \frac{H}{T}$$

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} \rightarrow \frac{\frac{800X}{T}}{\frac{H}{T}} = \frac{800X}{H}$$

$\tan\theta = \dfrac{800X}{H}$ پوهیږو چی $\tan\theta = \dfrac{d_y}{d_x}$

$$\frac{d_y}{d_x} = \frac{800X}{H} \rightarrow \int \frac{d_y}{d_x} = \int \frac{800X}{H}.d_x \rightarrow = \frac{800x^2}{2H} = \frac{400x^2}{H}$$

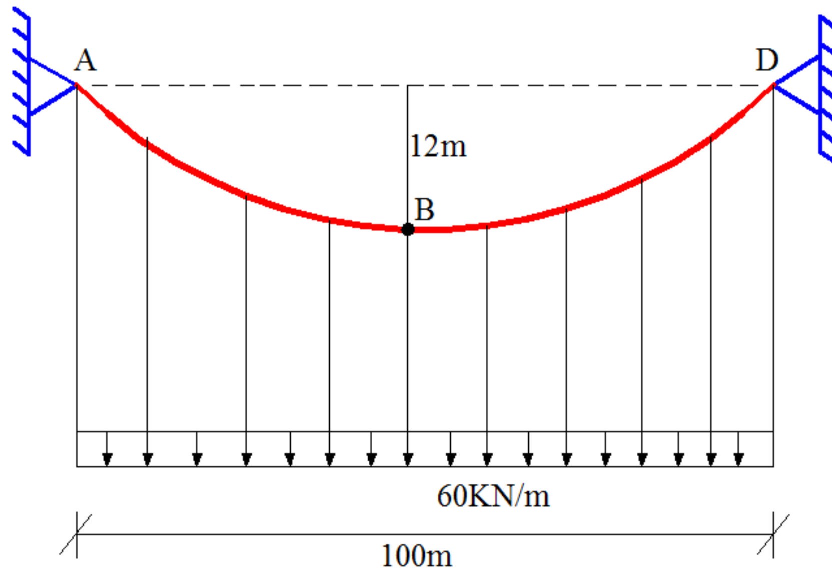
$Y = \dfrac{400x^2}{H}$ د H قیمت وضع کوو $Y = \dfrac{400x^2}{19266.7} = 0.021X^2$

$Y = 0.02076X^2$

4) د کیبل اوږدوالي:

$$\text{اوږدوالي} = L + \frac{8H_B{}^2}{3L} = 34 + \frac{8.6^2}{3.34} = 36.8m$$

مثال: په شکل کی ښودل شوي کیبل کی اعظمی او اصغری کششی قواوي پیدا کړي؟؟



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :

$\sum M_D = 0$

$A_y (100) - (60*100*50) = 0$

$A_y = 3000$ KN

$\sum F_y = 0$

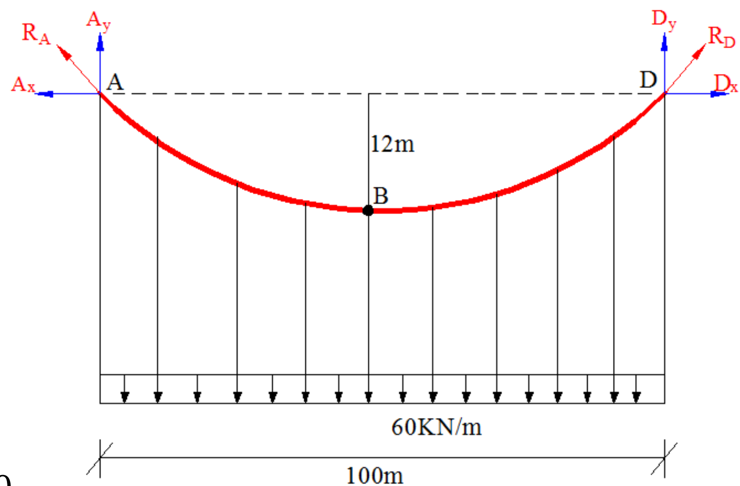
$3000 + D_y - (60*100) = 0$

$D_y = 3000$ KN

$\sum M_B = 0$

$-12A_x + (3000*50) - (60*50*25) = 0$

$A_X = 6250$KN



$\sum F_X = 0$

$-A_X + D_X = 0$

$D_X = A_X \rightarrow DX = 6250KN$

$H = D_X = AX = 6250KN$

$R_A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{6250^2 + 3000^2}$

$R_A = 6932.7KN$

$R_D = \sqrt{{D_x}^2 + {D_y}^2} = \sqrt{6250^2 + 3000^2}$

$R_D = 6932.7KN$

2) اصغري کششی قوه

څرنګه چې پوهیږو تر ټولو کوچنۍ کششي قواوي په هغه ټکې کې موجود وي چیرته چې د کیبل میلان (Slope) صفر وي.نوموړي سوال کې تر ټولو کوچنۍ قواوي په B نقطه کې موجود دي او دا محاسبه شوي H سره مساوي کیږي.

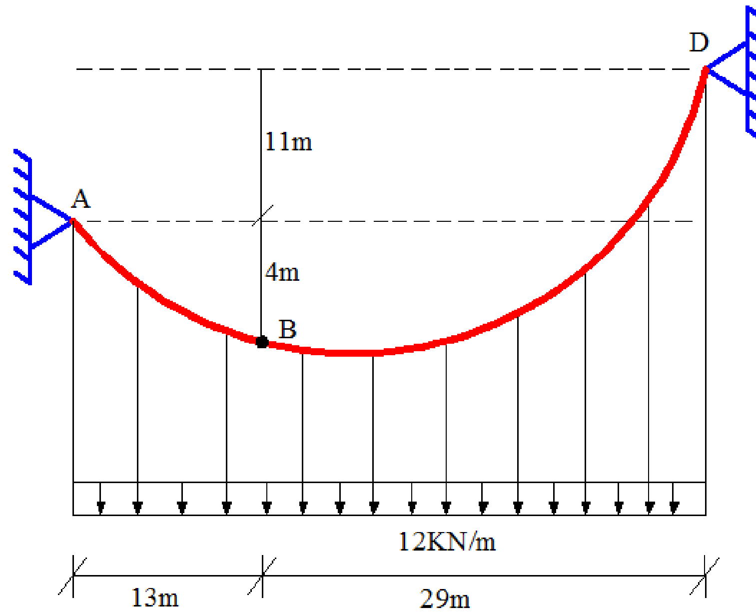
$$T_{Min} = H = 6250KN$$

3) اعظمي کششي قوه

په نوموړي سوال کې دواړه اتکاګانې په یو لیول موجود دي لهذا کششي قواوي به هغه برخو کې اعظمي وي کوم چې له اتکاګانو سره تړلي وي.او په لاندې ډول پیدا کیږي .

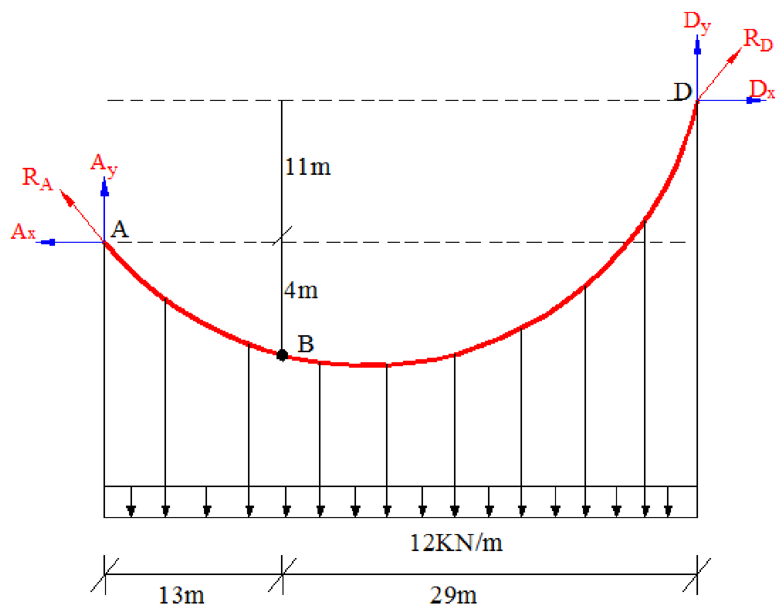
$$T_{Max} = R_A = R_D = 6932.7KN$$

مثال: په شکل کی د ښودل شوی کیبل اتکایز غبرګونونه او اصغری او اعظمی کششی قواوی محاسبه کړی.؟



حل:

1) اتکایز عکس العملونه :



$\sum M_D = 0$

$A_y(42) + A_X(11) - (12*42*21) = 0$

$42A_y - 11A_X = 10584......1$

$\sum M_B = 0$

$-4A_x + (A_Y*13)) - (12*13*6.5) = 0$

$13A_Y - 4A_X = 1014......2$

د لومړی او دوهمی معادلی حلولو څخه لرو

$A_X = 305.5KN$

$A_Y = 172KN$

$\sum F_Y = 0$

$172 + D_y - (12*42) = 0$

$D_y = 332\ KN$

پوهیږو چې A_X او D_X سره مساوي دي. $(\sum F_X = 0)$

$D_X = 305.5KN$

2) اصغری کششی قواوی:

$$T_A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} = \sqrt{305.5^2 + 172^2}$$

$R_A = 351KN$

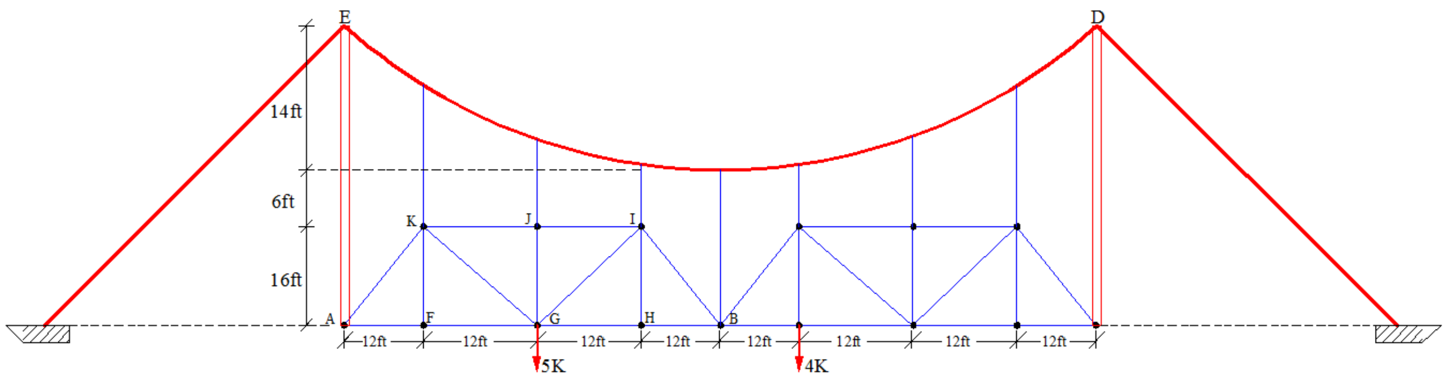
3) اعظمی کششی قواوی:

$$T_D = \sqrt{{D_x}^2 + {D_y}^2} = \sqrt{305.5^2 + 332^2}$$

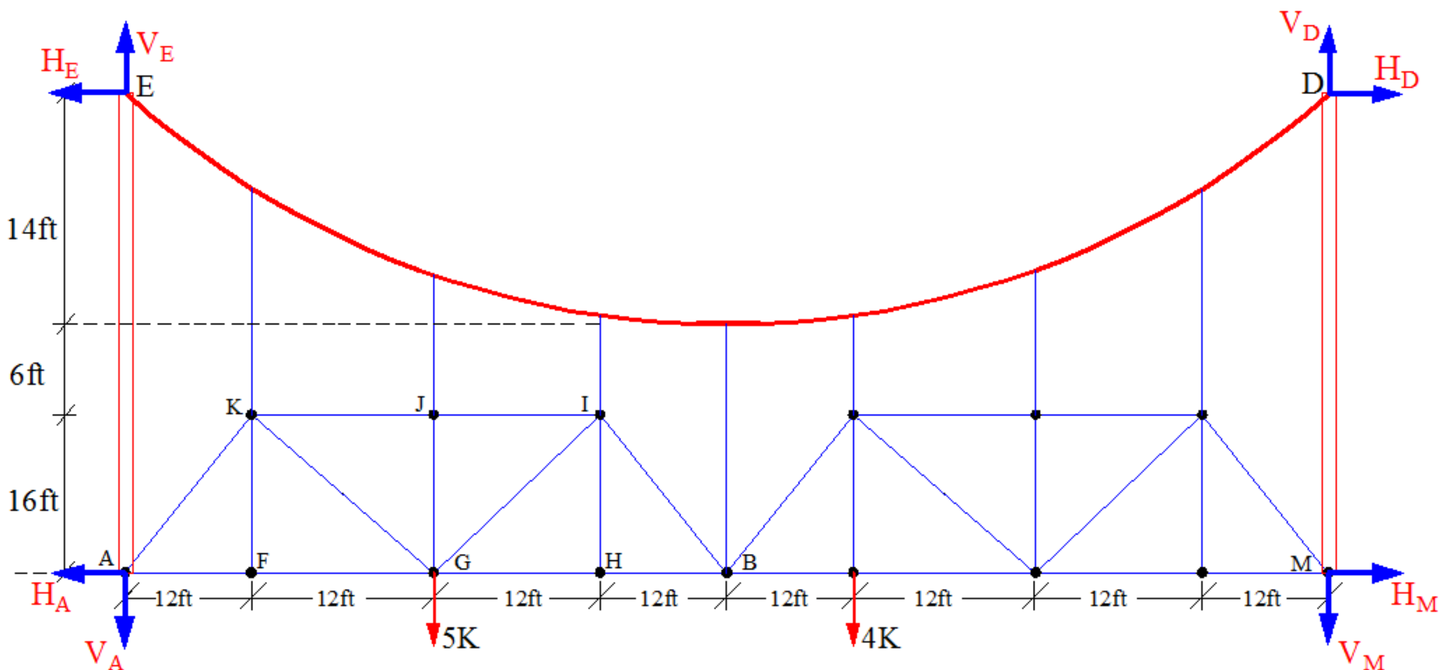
$R_D = 451.2KN$

زوړند پلونه (Suspension Bridges)

مثال:په شکل کی د ترسونو شخه جوړ یو زوړند پل ښودل شوی کوم چی له کیبل سره په عمودی ډول تړل شوی که چیری په ساختمان ښودل شوی بارونه عمل وکړی په پائله کی به ئی د کیبل اعظمی کششی قواوی څومره وی؟



حل:

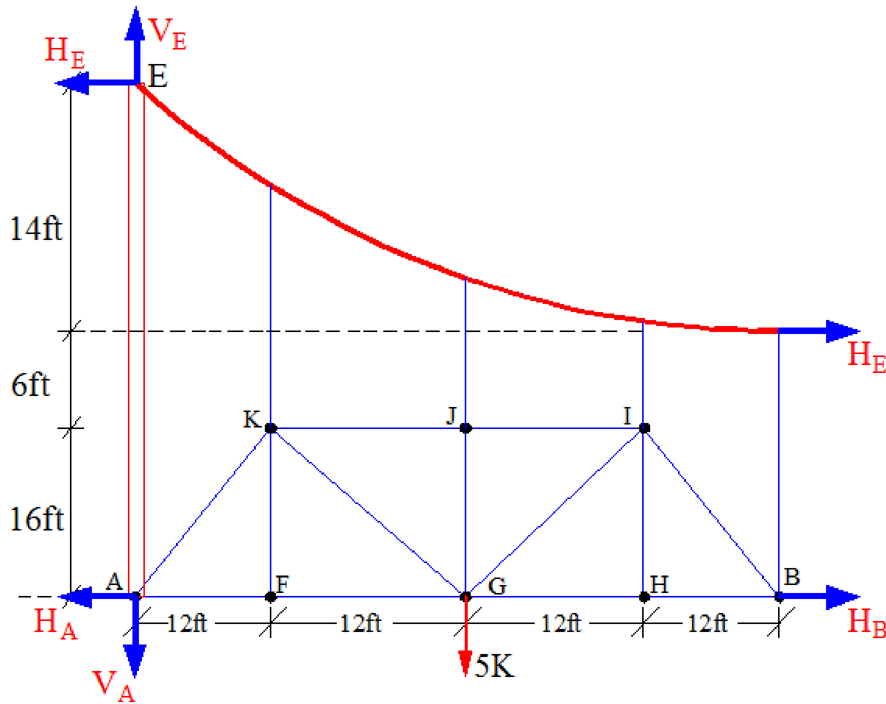


$\sum M_M = 0$

$-96V_A - (5*72) - (4*36) - 36H_E + 96V_E + 36H_D = 0$

خرنګه چې پوهیږو $H_D = H_E$

$96V_E - 96V_A = 504$ ....(1)



$\sum M_B = 0$

$-48V_A - (5*24) - 36H_E + 48V_E + 22H_E = 0$

$48V_E - 48V_A - 14H_E = 120$ ....(2)

$96V_E - 96V_A = 504$ ....(1)

$48V_E - 48V_A - 14H_E = 120$ ....(2)

د ۱ او ۲ معادلو حلولو وروسته $H_E = 9.43K$

د اعظمي کششي قوي پیدا کولو لپاره د w_0 قیمت پیدا کوو.

$$W_0 = \frac{2 .H_{E.}\ h}{Z^2}$$

پورتنی معادلی کی H_E د پائی په سر کی افقی عکس العمل h د کیبل ژوروالي Z د A او B تر منځ فاصله ده.

$$W_0 = \frac{2 .H_{E.}\ h}{Z^2} = \frac{2*9.43*14}{48^2} = 0.115K/ft$$

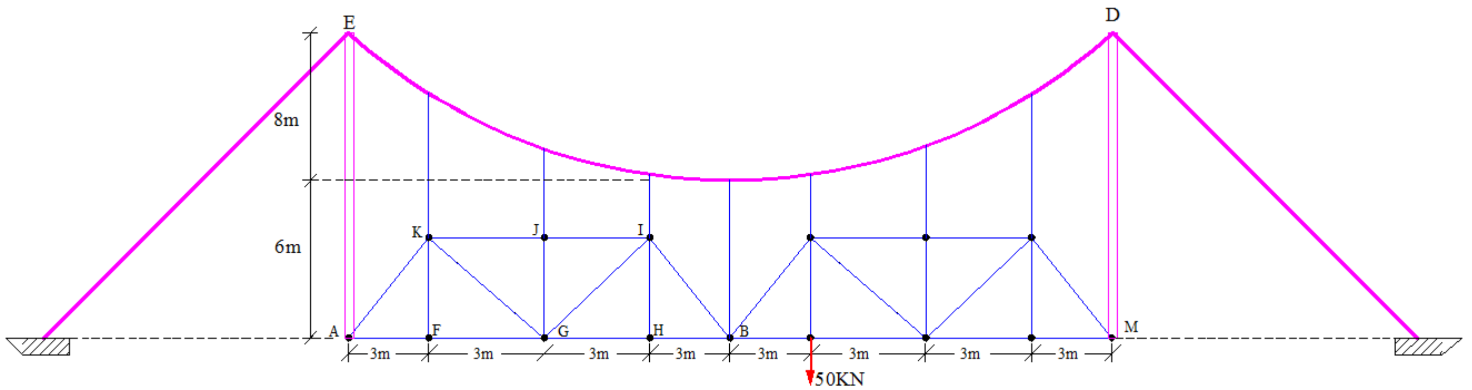
د اعظمی کششی قوو لپاره فورمول لرو

$$T_{max} = w_0.Z\left\{\sqrt{1+\left(\frac{Z}{2.h}\right)^2}\right\}$$

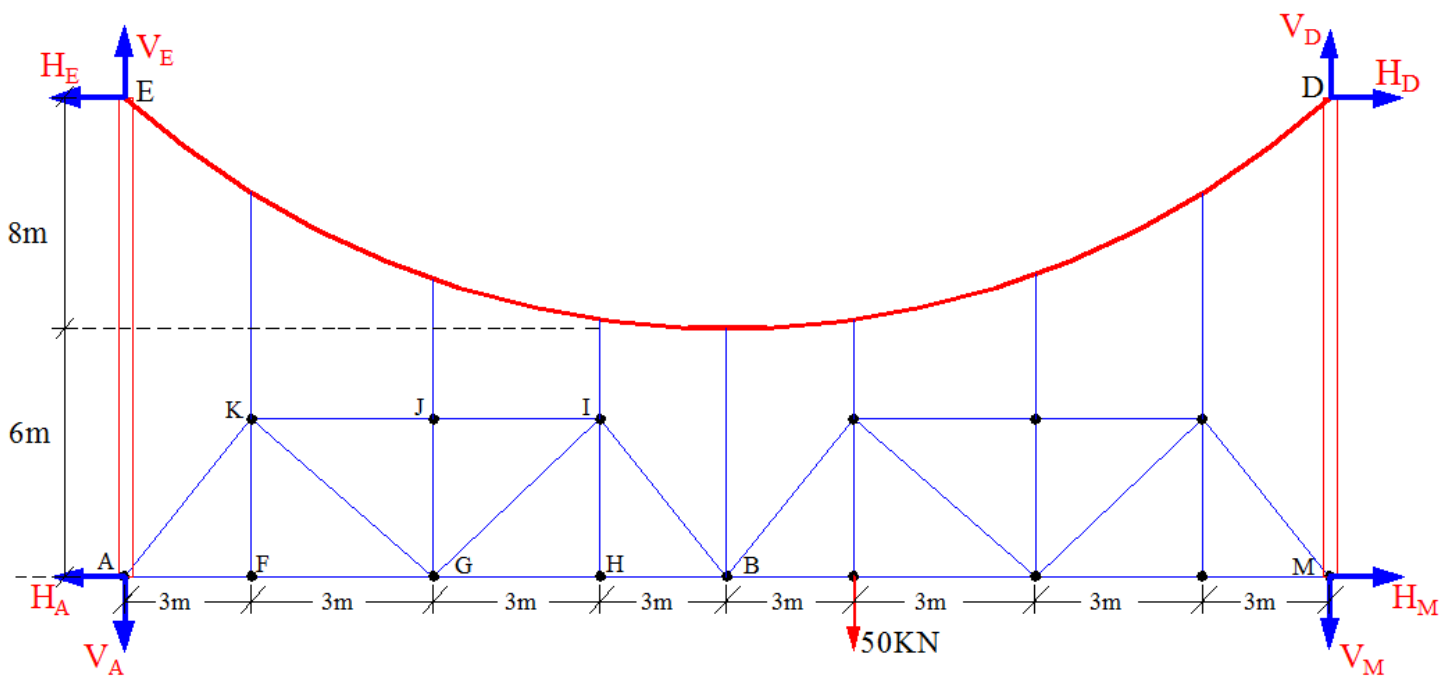
$$T_{max} = 0.115 . 48\left\{\sqrt{1+\left(\frac{48}{2\ .\ 14}\right)^2}\right\} = 10.9K$$

$T_{max} = 10.9K$

مثال:یو زوړند پل د ترسونو یو سیستم څخه جوړ ځت موندلی ، که چیری په پل 50KN متمرکز بار عمل کړی وی تاسی ئی د کیبل په ED برخی کی اعظمی کششی قوه محاسبه کړی؟



حل:

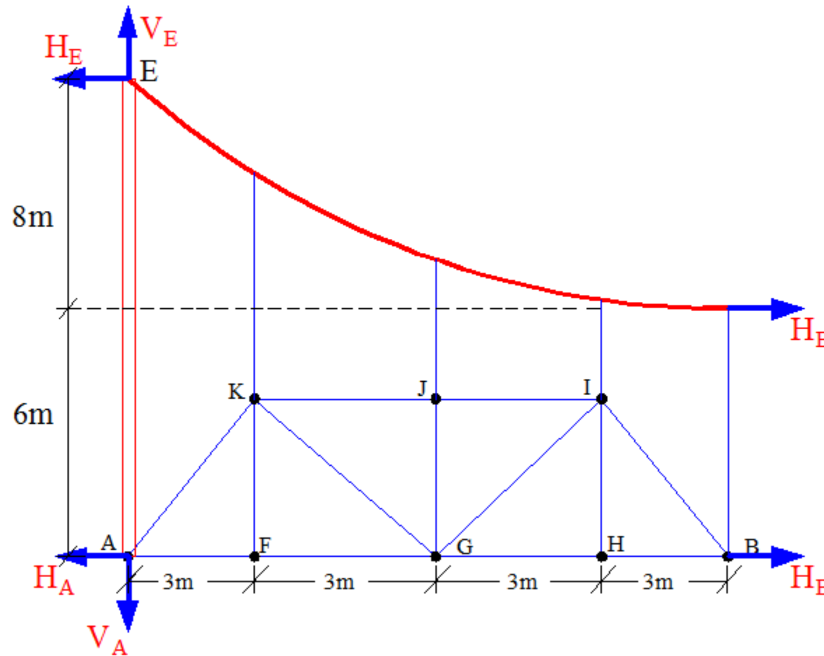


$\sum M_M = 0$

$$-24V_A - (50*9) - 14H_E + 24V_E + 14H_D = 0$$

څرنګه چی پوهیږو $H_D = H_E$

$24V_E - 24V_A = 450$ ....(1)



$\sum M_B = 0$

$-12V_A - 14H_E + 12V_E + 6H_E = 0$

$12V_E - 12V_A - 8H_E = 0$ ....(2)

$24V_E - 24V_A = 450$ ....(1)
$12V_E - 12V_A - 8H_E = 0$ ....(2)

د ۱ او ۲ معادلو حلولو وروسته $H_E = 28.13KN$

د اعظمی کششی قوی پیدا کولو لپاره د w_0 قیمت پیدا کوو.

$$W_0 = \frac{2 \cdot H_{E} \cdot h}{Z^2}$$

پورتنی معادلی کی H_E د پائی په سر کی افقی عکس العمل h د کیبل ژوروالي Z د A او B تر منځ فاصله ده.

$$W_0 = \frac{2\,.H_{E.}\ h}{Z^2} = \frac{2*28.13*8}{12^2} = 3.13KN/m$$

د اعظمی کششی قوو لپاره فورمول لرو

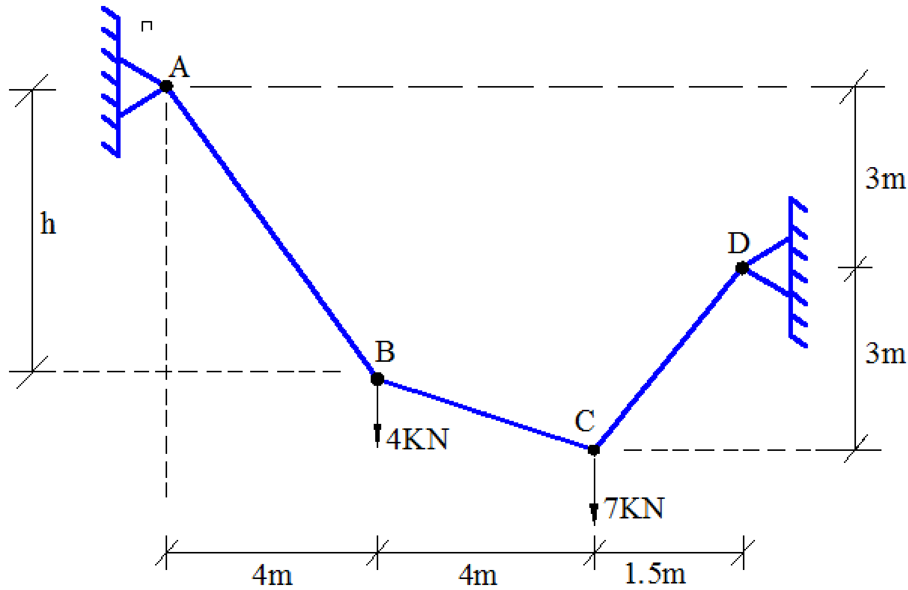
$$T_{max} = w_0.Z\left\{\sqrt{1+\left(\frac{Z}{2.h}\right)^2}\ \right\}$$

$$T_{max} = 3.13\ .12\left\{\sqrt{1+\left(\frac{12}{2\ .\ 8}\right)^2}\ \right\} = 10.9K$$

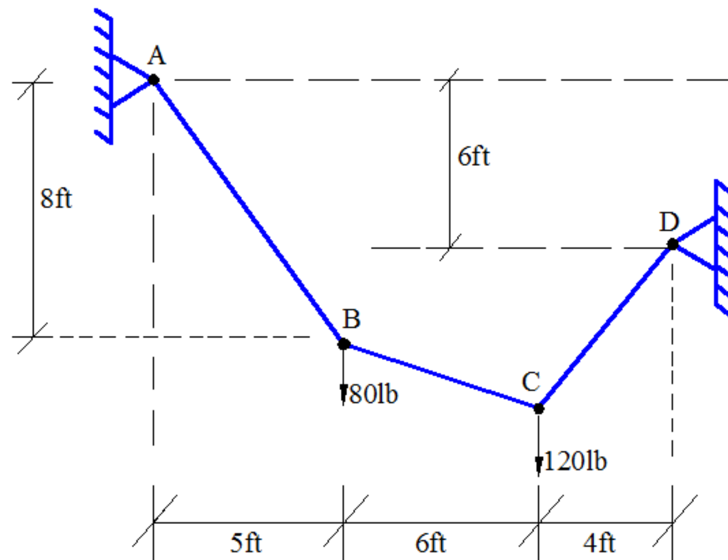
$$T_{max} = 46.9KN$$

تمرین (Exercise)

1) د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کی کششی قواوی، اتکایز غبرګونونه ، او د h نامعلوم لوړوالی محاسبه کړی.



2) د ورکړ شوی کیبل په ټولو برخو کی کششی قواوی،او اتکایز غبرګونونه پیدا کړی ؟



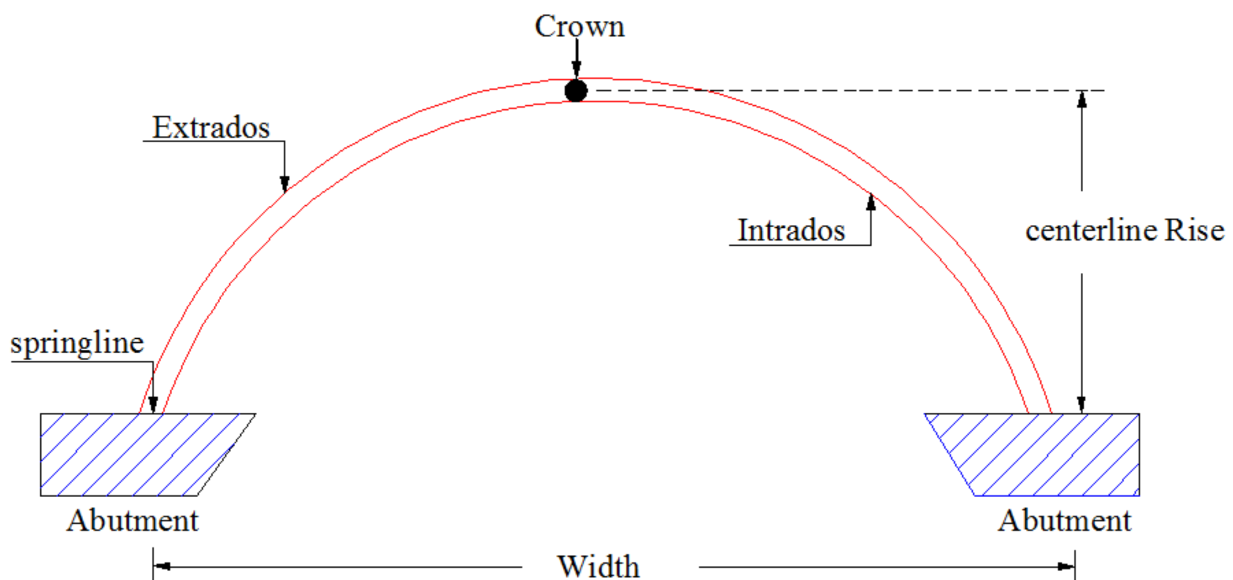
شپږم څپرکی
کمانونه (Arches)

د کیبلونو په څیر کمانونه هم په اوږدو وائی لرونکی ساختمانونو کی د کوږوالی مومنټ کمولو لپاره استعمالیږی.کمان په شکل کی سرچپه کیبلونو ته ورته دی او خپلی قواوی په فشاری توګه زغمی او تهداب ته ئی انتقالوی.

د کمان ظرفیت د هغه شخوالی، شکل او د بارونو نوعیت پوری اړه لری.

که چیری یو کمان پرابولا ئي شکل ولری او منظم ویشل شوی بارونه پری عمل وکړی (د کیبلوونو تحلیل څخه پوهیږو) چی نوموړی کمان به یی فقط د فشاری قواو د زغم صلاحیت ولری، په د حالت کی نوموړی کمان د Funicular Arch په نامه یادیږی څکه هیڅ ډول عرضی قواوی یا د کوږوالی مومنټ پکی حضور نه لری.

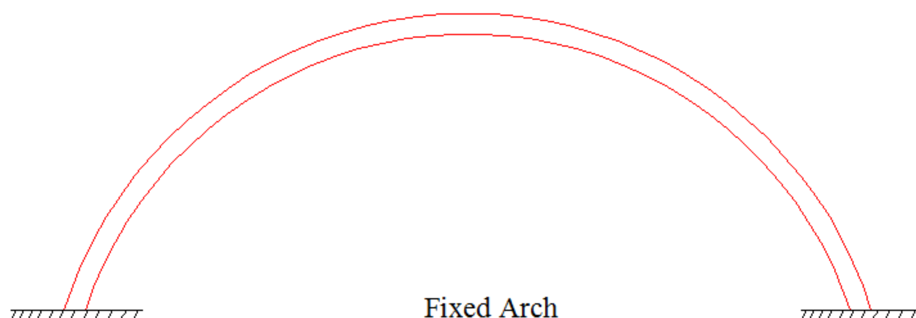
په لاندی شکل کی د کمان مختلفی برخی ښودل شوی دی .



د بارونو زغم لپاره مختلف ډول کمانونه استعمالیږی لکه Fixed arch ، Two hinge arch ، Three hinge arch ، او Tied arch .

1) په دواړو انجامونو کی کلک تړل شوی کمانونه یا شخ کمانونه (Fixed Arch)

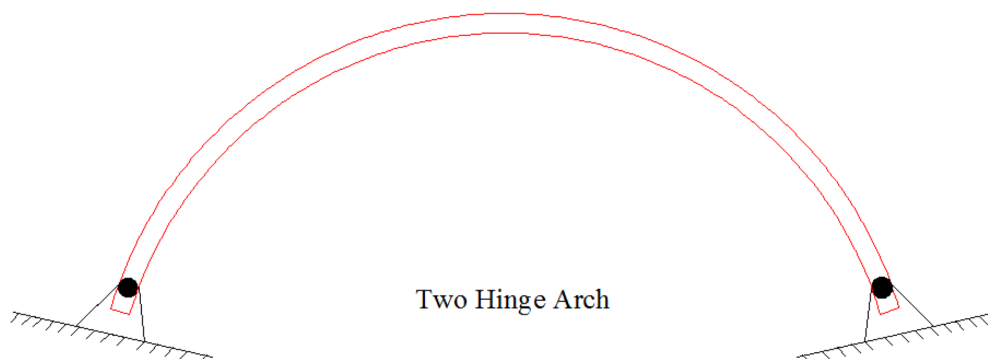
دا ډول کمانونه زیاتره د اوسپنیز کانکریټو شخه جوړیږی او د نورو کمانونو پر تله کم مواد غوښتونکی وی .په دواړو انجامونو کی سختی اتکاء له امله دا کمانونه دری درجی نامعین وی .



2) دوه مفصلی کمانونه (Two hinge Arches)

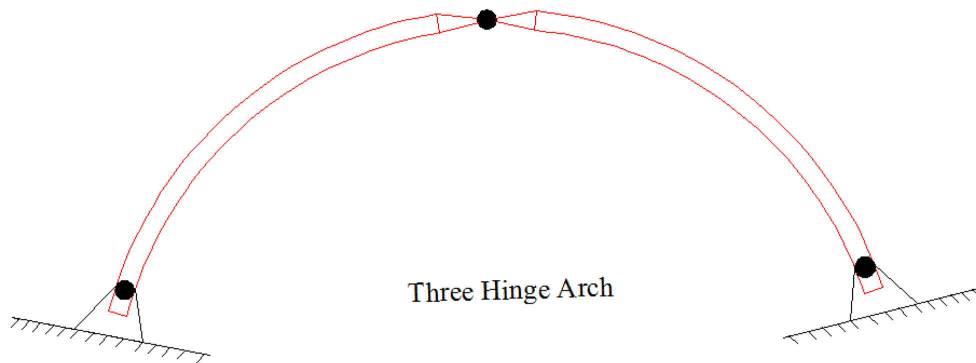
په عمومی توګه دا ډول کمانونه د فلز یا لرګو (Metal or timber) شخه جوړیږی او یوه درجه ستاتیکی نامعین والی لری.سره ددې چی د سختو کمانونو پرتله کم شخوالې لری بیا هم د ناستی پرضد قوی مقاومت لرونکی دی.

که غواړو د ډول ساختمانونه په معین ستاتیکی ساختمانونو تبدیل کو بائد یوه ساکنه اتکاء ئی په متحرکی اتکاء بدله کړو، خو د دی په کولو سره ساختمان په اوږدو کی د کوږوالی مومنټ په مقابل کی خپل صلاحیت د لاسه ورکوی او د یو منخنی ګاډر شکل اختیاروی.



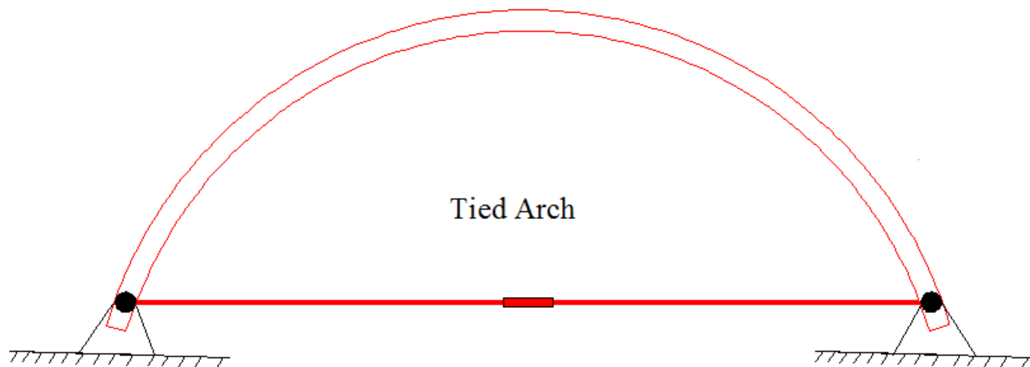
3) دری مفصلی کمانونه (Three Hinge Arches)

دا کمانونه هم د فلز یا لرګو (Metal or timber) څخه جوړ وی او تحلیل له نظره معین ستاتیکی وی.ددی کمانونو ځانګړتیاوی دا دی چی هیڅ ډول اتکائی ناسته یا د تودوخی تغیرات پری اغیزه نه لری څرنګه چی په نامعین ستاتیکی کمانونو کی ئی شتون لرلو.



4) تړلي کمانونه (Tied Arches)

دی ډول کمانونو کی دواړه اتکاګانی د یو افقی میلي په واسطه تړل شوی چی کمان د خارجی قواو پر ضد د ځانه مقاومت وښائی او د افقی زورونو او اتکائی ناستی مخنیوی وکړی. دی کمانونو څخه هغه وخت ډیره استفاده کیږی کله چی کمان لپاره د غښتو تهدابونو جوړولو اړتیا نه وی.



کمانونو څخه زیاتره په هغه وختونو کی ډیره استفاده کیږی کله چی ساختمان د زیات بار لاندی واقع وی او یا هم د ساختمان مهندسی ښکلا ته اړتیا وی .
په دی فصل کی د نامعین کمانونو تحلیل څخه تیروړو او صرف د معین کمانونو تحلیل په نظر کی نیسو ، (دری مفصلی کمانونه)







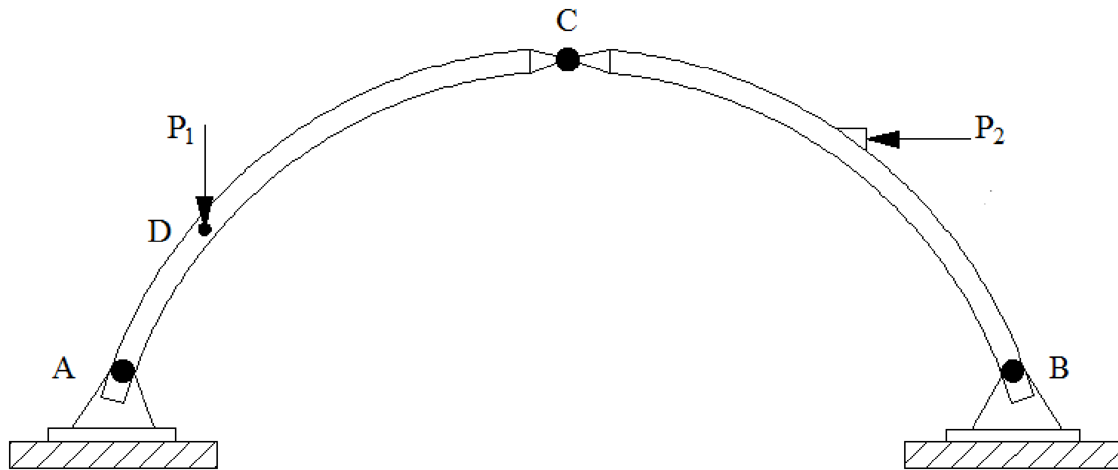
د دري مفصلي کمانونو تحليل

Analysis of three hinge arch

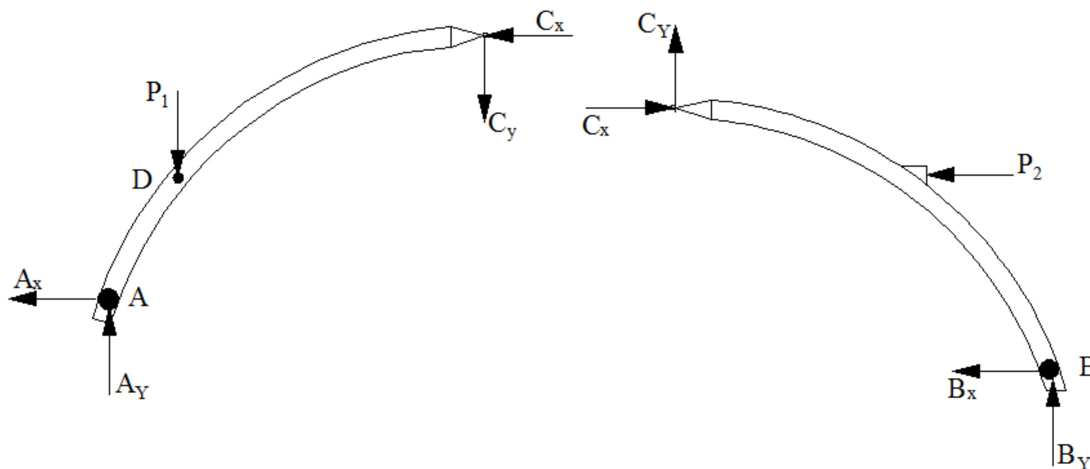
کمانونه ځرنګه خپل بارونه انتقالوی ، پوهیدو لپاره یو دری مفصلی کمان په نظر کی نیسو .

دری مفصلی کمان عبارت دی له له هغه منحنی ګاډرونو څخه کوم چی د یو مفصل په واسطه سره مینځ کی تړل کیږی او په دواړو انجامونو متکی وی .

د نوموړی کمان دریم مفصل د کمان اعظمی ارتفاع لرونکی ټکی (Crown) سره تړلی وی .



اتکائی عکس العملونه پیدا کولو لپاره لومړی کمان په دوو برخو ویشل کیږی او هری برخی لپاره تعادل په پام کی نیولو سره نامعلومی قوی پیدا کیږی .



په د حالت کی مونږ سره شپږ نامعلومی قواوی موجود دی A_X ، A_Y ، B_X ، B_Y ، C_X ، C_Y

کړنلاره :

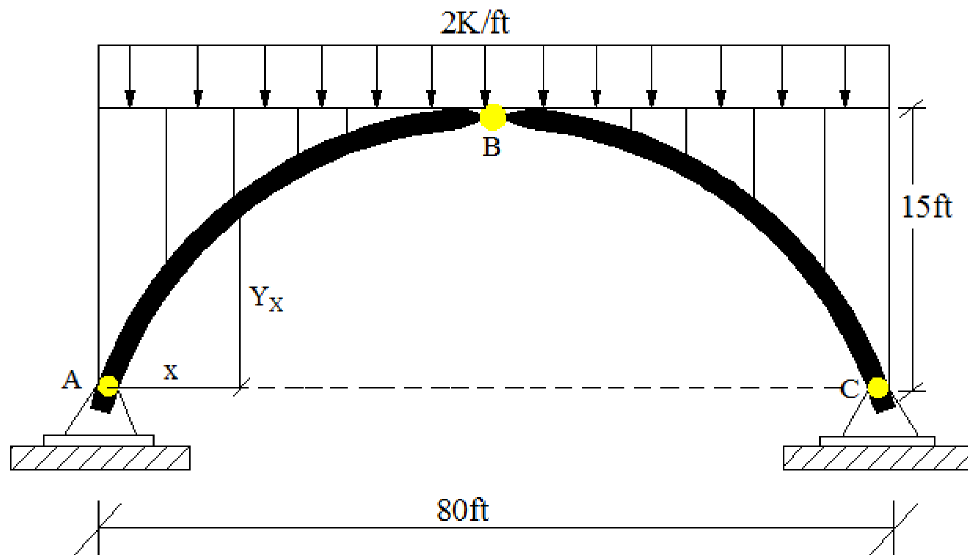
د کمان په A په ټکی کی مومنت صفر کولو سره یو ه معادله لاس ته راوړو همدارنګه په B نقطه کی مومنټ صفر کولو سره دوئمه معادله لاس ته راځی او د دواړو معادلو د حل څخه C_X او C_y پیدا کوو . په ورته ډول نور اتکائی غبرګونونه هم پیدا کیږی . وروسته له دی یو قطع اخلو او نور داخلی نامعلومی قوی (عرضی قوه ، نارملی قوه او مومنټ) محاسبه کوو.

$$y = \frac{4y_c}{L^2}x(L-x)$$

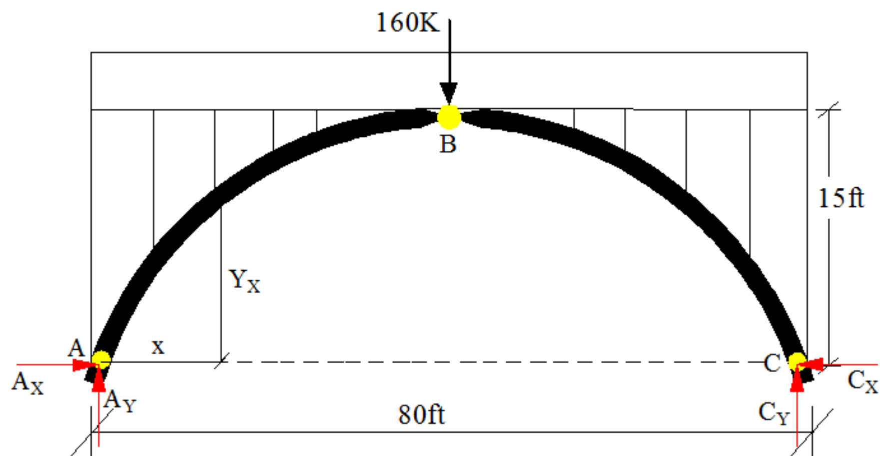
$$H = \frac{\int_0^L M_x.y\,dx}{\int_0^L y^2\,dx}$$

$M=M_X - HY$

مثال 1 :د ورکړل شوی دری مفصلی کمان اتکائی عکس العملونه پیدا کړی؟



حل:



$\sum M_A = 0$

$-80C_y + (160*40) = 0$

$C_Y = 80K$

$\sum M_C = 0$

$-80A_Y + (160*40) = 0$

$A_Y = 80K$

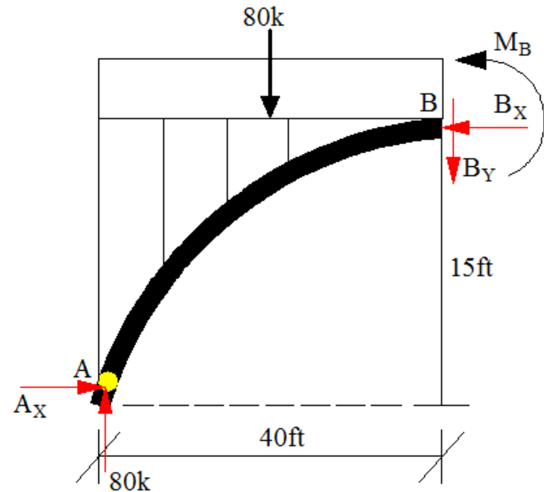
$\sum M_B = 0$

$(80*40) - 15A_X - (80*20) = 0$

$A_X = 107K$

We know that

$A_X = C_X = 107K$



کولی شو د فورمول په واسطه پورتنی سوال حل کو.لـومړی د A اتکا ء څخه په x فاصله د کمان لوړوالی Y_x پیدا کوو.

$$y = \frac{4y_c}{L^2}x(L-x)$$

$$y_x = \frac{4.15}{80^2}x(80-x)$$

$Y_x = 0.75x - 0.0094x^2$

په x فاصله مومنت = M_x

$M_x = -(2.x.x/2) + 80x$

$M_x = 80x - x^2$

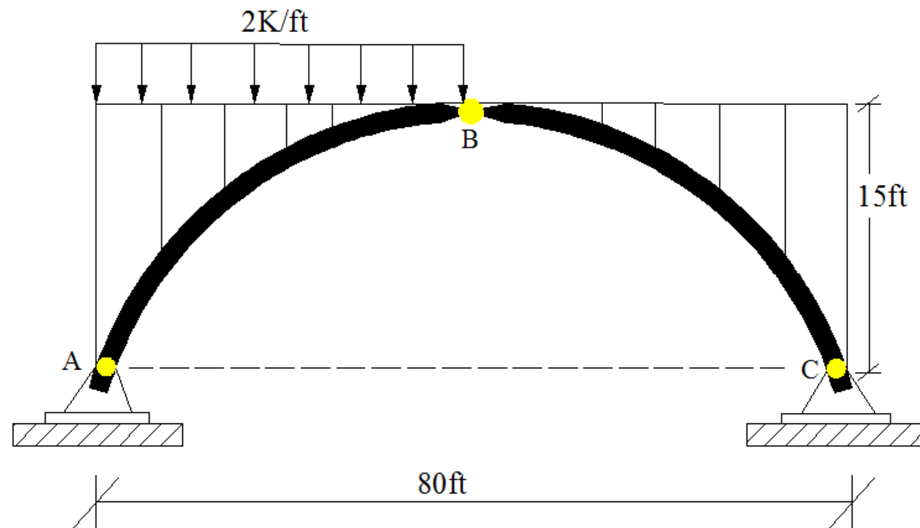
$$H = \frac{\int_0^L M_x.y\,dx}{\int_0^L y^2\,dx} \rightarrow H = \frac{\int_0^{80}(80x-x^2)(0.75x-0.0094x^2)\,dx}{\int_0^{80}(0.75x-0.0094x^2)^2\,dx} = \frac{1019900}{95236} = 107K$$

$H = A_x = C_x = 107K$

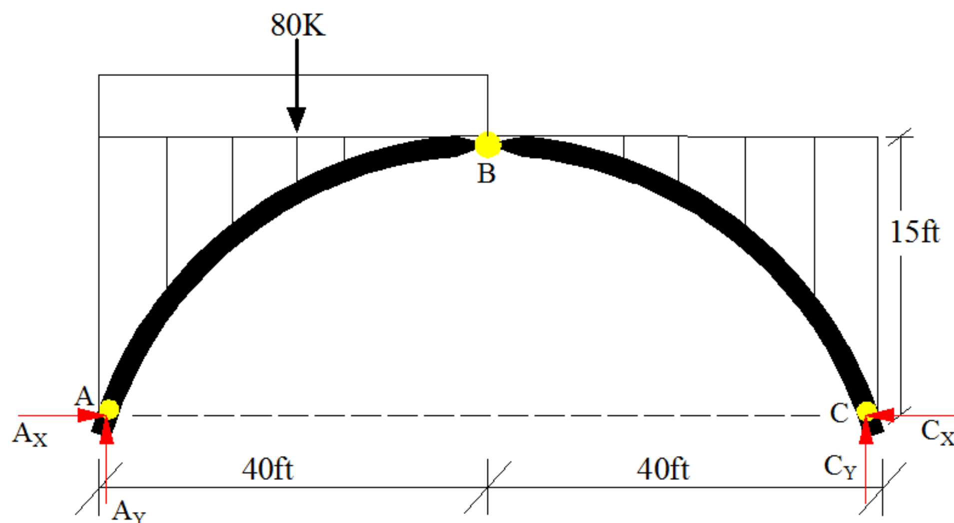
چیک

$$H = \frac{wl^2}{8yc} \Rightarrow H = \frac{2.80^2}{8.15} = 107K$$

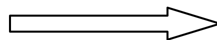
مثال2 یو دري مفصلي کمان چي 80 فټ وايي لرونکي ده.تاسي يي د اتکايزو غبرګونونو قيمت پيدا کړی.؟



حل:



$\sum M_C = 0$

$80A_Y - (80*60) = 0$  $A_Y = 60K$

$\sum F_y = 0$

$A_Y + C_Y - (80) = 0$

$A_Y + C_Y = 80 \Longrightarrow C_Y = 80 - 60 = 20K \qquad C_Y = 20K$

$\sum M_B = 0$

$-15A_X + (60*40) - (80*20) = 0$

$-15A_X + 2400 - 1600 = 0$

$15A_X = 800$

$A_X = 53.3K$ and $C_X = 53.3K$

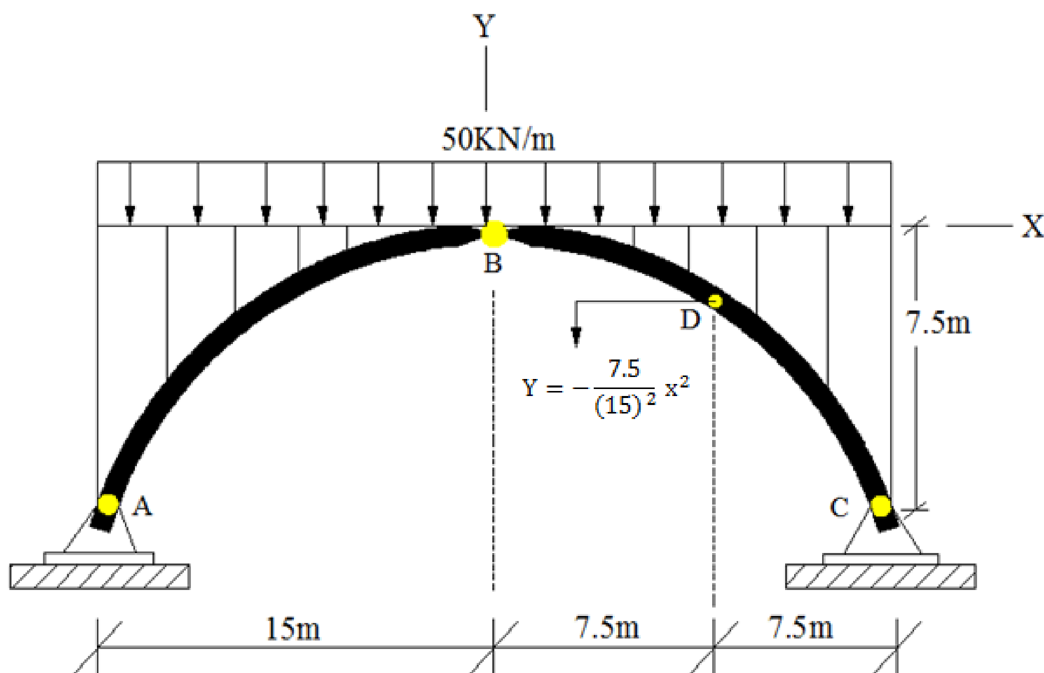
چیک:

$H = \frac{WL^2}{16Y_C} \Longrightarrow \frac{2(40)2}{16.15} = 53.3K$



مثال: 3 په انځور کی ښودل شوی پل دری مفصل لرونکی کمان شخه جوړ دی او پرابولیک شکل لری. که چیری د پل واټه 30m وی ،او 50KN/m منظم ویشل شوی بار لپاره ډیزائن مطلوب وی ، تاسی د نوموړی کمان اتکایز عکس العملونه ، په D نقطه کی نارملی فشاری قوه (N_D) عرضی قوه (V_D) او مومنټ (M_D) محاسبه کړی.؟ او وښائی چی کمان د فشاری قواو لاندی واقع دی او که نه ؟

حل:



دلته دواړه اتکاګانی په مساوی لیول واقع دی .اتکائی عکس العملونه پیدا کوو

$\sum M_A = 0$

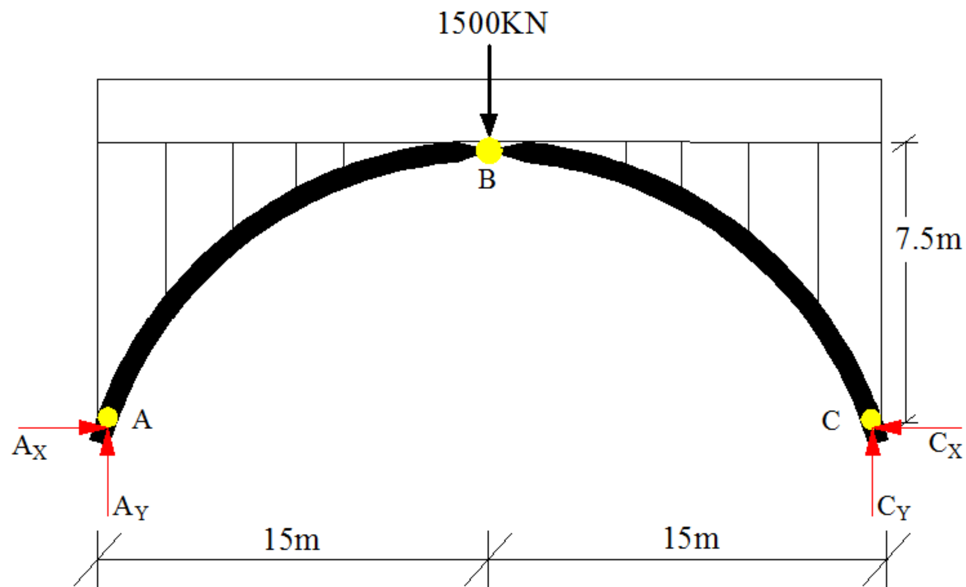
$-30C_y + (1500*15) = 0$

$C_Y = 750KN$

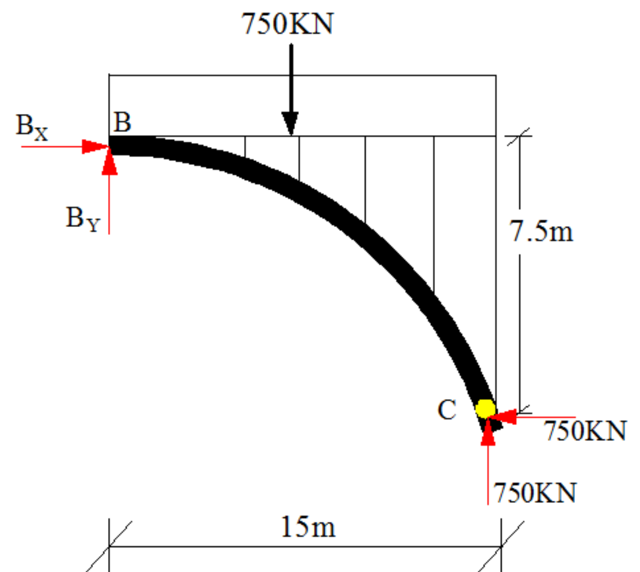
$\sum M_B = 0$

$-(750*15) + (50*15*7.5) + 7.5C_X = 0$

$C_X = 750KN$



د کمان BC برخه :



$\sum F_X = 0$

$B_X - 750 = 0$

$B_X = 750KN$

$\sum M_C = 0$

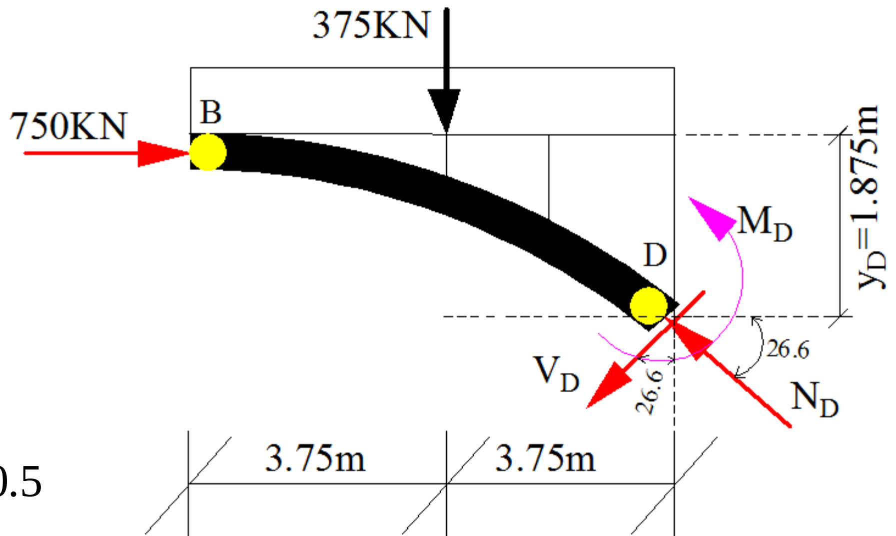
$15B_Y + (750*7.5) - (750*7.5) = 0$

$B_Y = 0$

د B نقطی څخه D پوری قطع اخلو او غوښتل شوی قوی پیدا کوو . (x=7.5m from B)

$X = 7.5m$

$Y_D = \frac{-7.5}{(15)^2}x^2 = \frac{-7.5}{(15)^2}7.5^2$



$\mathbf{Y_D = -1.875m}$

$Tan\theta = \frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{-7.5}{(15)^2}x^2\right)$

$Tan\theta = \frac{-7.5}{(15)^2}.2x$ put x=7.5

$Tan\theta = \frac{-7.5}{(15)^2}.2(7.5) = -0.5$

$\mathbf{\theta = 26.6^\circ}$

$\sum F_X = 0$

$- N_D cos26.6 - V_D sin26.6 + 750 = 0$

$- 0.894N_D - 0.45V_D + 750 = 0$ …….. (1)

$\sum F_Y = 0$

$N_D sin26.6 - V_D cos26.6 - 375 = 0$

$0.5N_D - 0.894V_D - 375 = 0$ …………… (2)

د 1 او 2 معادلو حل څخه لرو.

$N_D = 838KN$

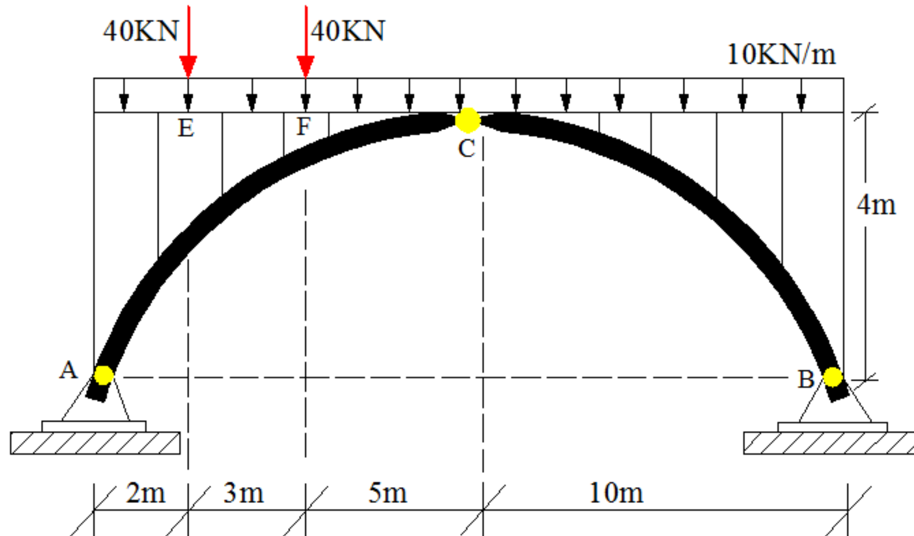
$V_D = 0$

$\sum M_D = 0 \rightarrow (750*1.875) - (375*3.75) - M_D = 0$

$M_D = 0$

په D نقطه کی عرضی قوه او مومنټ صفر دی یعنی په کمان کی صرف فشاری قواوی (N_D) موجود دی .

مثال4 يو دري مفصلي كمان چي 20 متره وايي لرونكي ده.تاسي يي د اتكايزو غبرگونونو قيمت پيدا كړی كه چيرته په كمان بنودل شوی بارونو عمل كړی وی.



حل:

$\sum M_B = 0$

$20A_Y - (40*18) - (40*15) - (10*20*10) = 0$

$A_Y = 166KN$

$\sum F_Y = 0$

$166 + B_Y - 40 - 40 - (10*20) = 0$

$B_Y = 114KN$

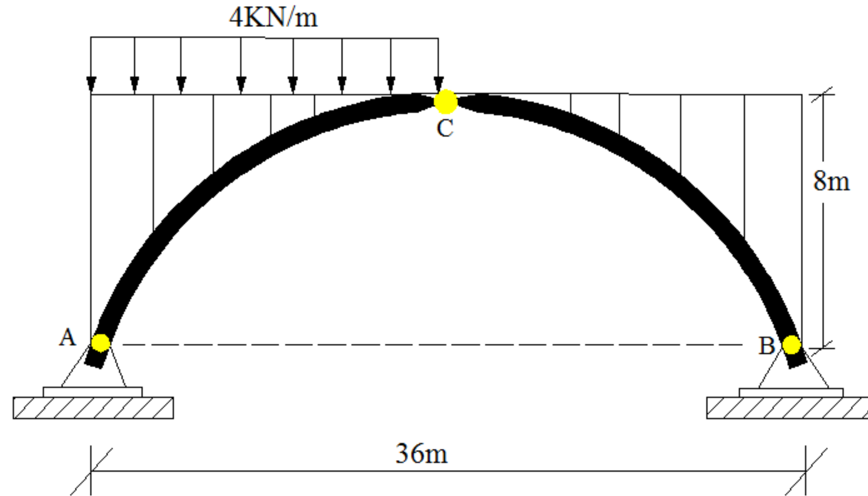
$\sum M_C = 0$

$(166*10) - 4A_X - (40*8) - (40*5) - (10*10*5) = 0$

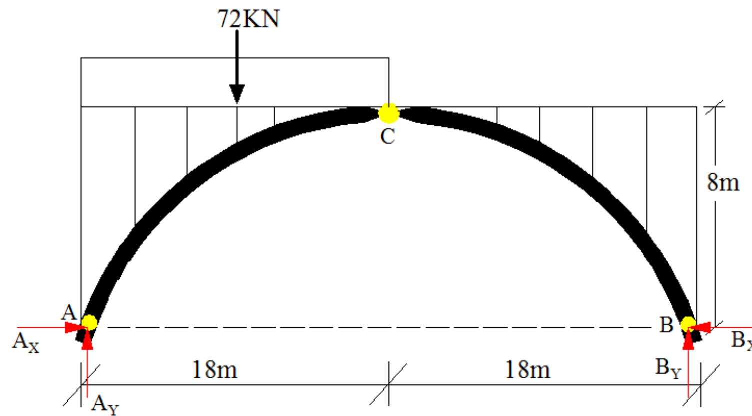
$A_X = 160KN$

Also $A_X = B_X = 160KN$

مثال5 يو دري مفصلي كمان چي 36 متره وايئ لرونكي ده.تاسي يي د اتكايز غبرگونونو قيمت ، په C تکی کی عرضی قوه (V_C) ، نارملی قوه (C_X) او مومنټ (M_C) پیدا کړی.



حل:



1) اتکائی عکس العملونه :

$\sum M_B = 0$

$36A_Y - (72*27) = 0$

$A_Y = 54KN$

$\sum F_Y = 0$

$54 + B_Y - 72 = 0$

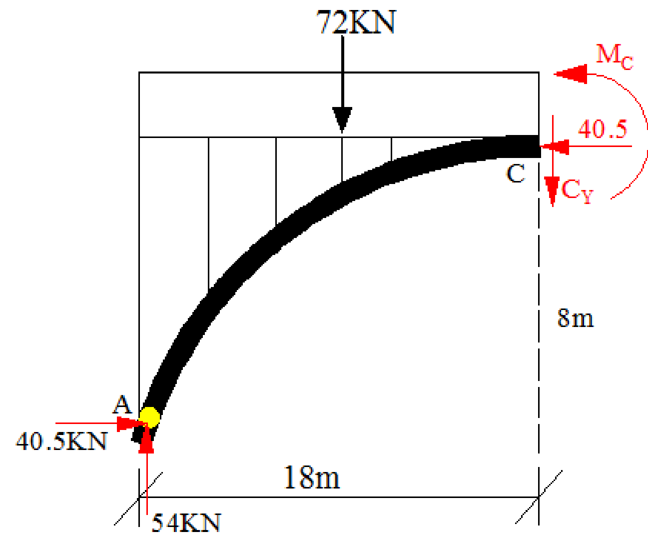
$B_Y = 18KN$

$\sum M_C = 0$

$(54*18) - (8A_X) - (72*9) = 0$

$A_X = 40.5KN$ we know that $B_X = 40.5KN$

M_C ، N_C ، V_C (2



C_X =40.5KN

$\sum F_Y = 0$

$54 - 72 - C_Y = 0$

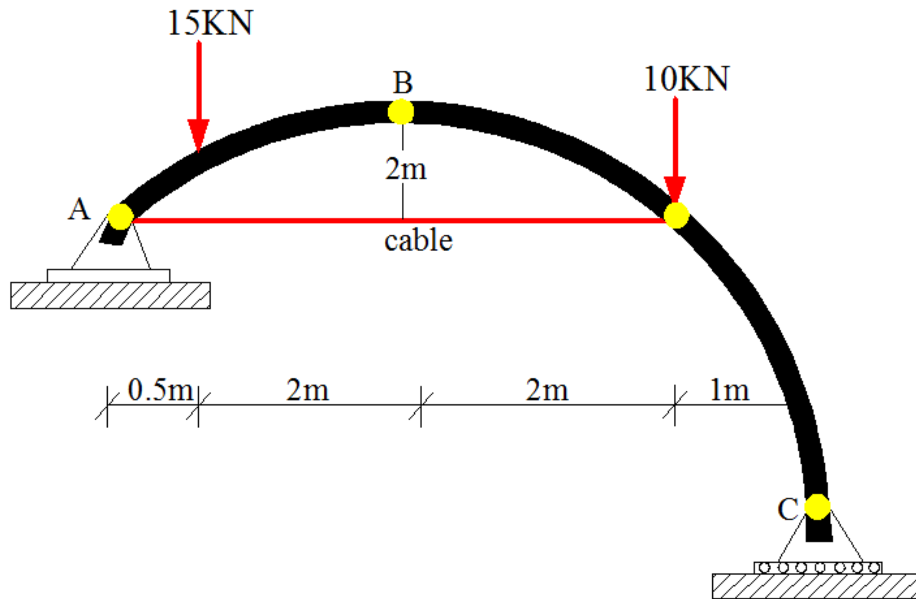
$C_Y = -18KN$

$\sum M_C = 0$

$-M_C + (54*18) - (40.5*8) - (72*9) = 0$

$M_C = 0$

مثال**6** یوتړل شوی دري مفصلي کمان چي5.5 متره واٹه لری تاسي یي د اتکایزو غبرګونونو قیمت او په تړل شوی کیبل کی کششی قوه پیدا کړي



حل:

$\sum M_A=0$

$-5.5C_Y + (10*4.5) + (15*0.5) =0$

$C_Y = 9.55KN$

$\sum F_y=0$

$A_Y + 9.55 -15-10 = 0$

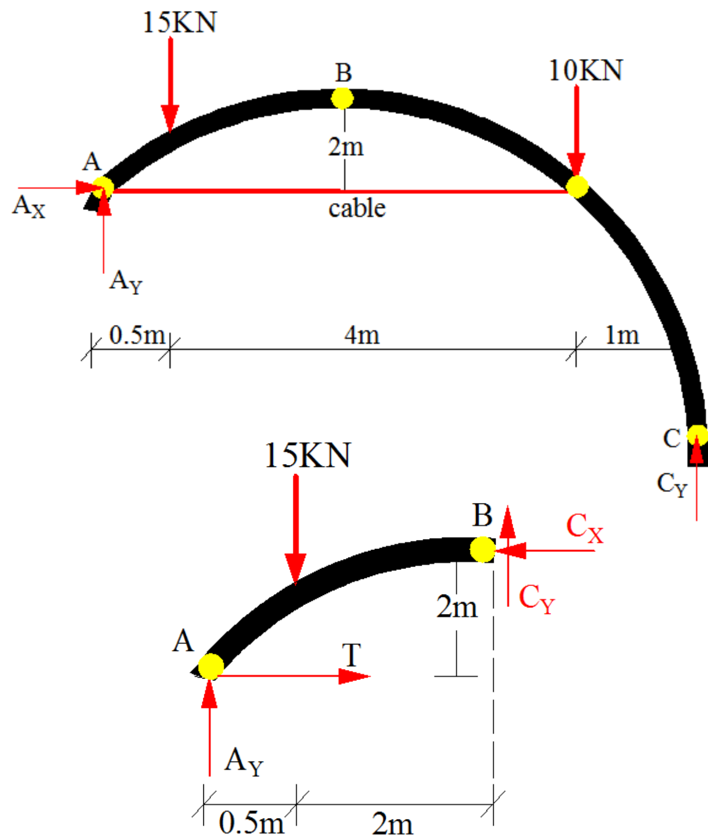
$A_Y = 15.5KN$

Section AB

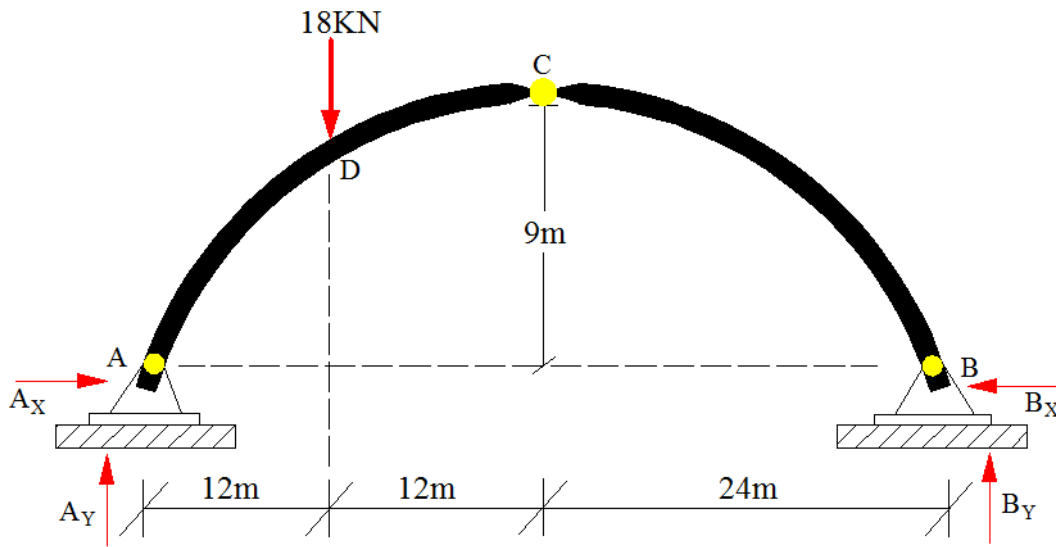
$\sum M_B=0$

$(15.5*2.5) - (2T) – (15*2)=0$

$T = 4.32K$



مثال7 د ورکړ شوی دری مفصل لرونکی پرابولی کمان د انحنائی مومنټ دیاګرام رسم کړی؟؟



حل:

$\sum M_B=0 \rightarrow 48A_Y - (18*36) = 0 \rightarrow A_Y = 13.5KN$

$\sum M_A=0 \rightarrow -48B_Y + (18*12) = 0 \rightarrow B_Y = 4.5KN$

$\sum F_X=0 \rightarrow A_X = B_X$

$\sum M_C=0 \rightarrow -9A_X - (18*12) + (13.5*24) = 0 \rightarrow A_X = B_X = H = 12KN$

د X او Y تر منځ رابطه.

$$y = \frac{4y_c}{L^2}.x.(L-x)$$

$$\mathbf{y} = \frac{4.9}{48^2}.\mathrm{x}.(48-\mathrm{x}) = \mathbf{0.75x - 0.0156x^2}$$

$$\mathbf{y_{12} = 0.75(12) - 0.0156(12)^2 = 6.75m}$$

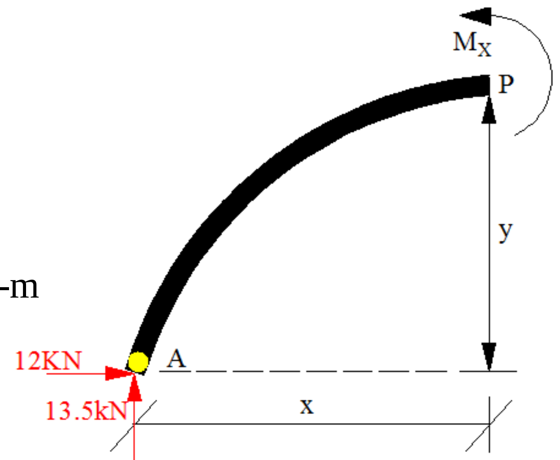
A او **D** تر منځ قطع:

$\sum M_P=0 \rightarrow 13.5x - 12y - M_X = 0 \rightarrow M_X = 13.5x - 12y$

$\mathbf{M_X = 13.5x - 12y} \rightarrow 0 \le x \le 12$ او $0 \le y \le 6.75$

$$\left.\begin{array}{l} x = 0 \\ y = 0 \end{array}\right\} M_A = 13.5x - 12y = 0$$

$$\left.\begin{array}{l} x = 12m \\ y = 6.75m \end{array}\right\} M_D = (13.5*12 - 12*6.75) = 81 \text{ KN-m}$$



D او **C** تر منځ قطع:

$\sum M_P=0 \rightarrow 13.5(12+x) - 12(6.75+y) - 18x - M_X = 0$

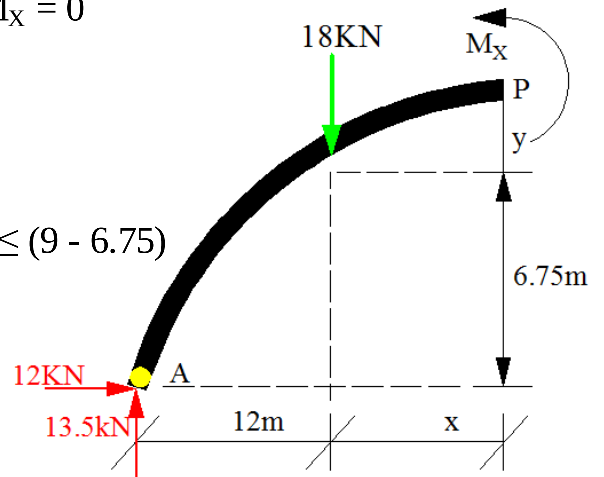
$\rightarrow M_X = 162 + 13.5x - 81 - 12y - 18x$

$M_X = -4.5x - 12y + 81$

$\mathbf{M_X} = -4.5x - 12y + 81 \rightarrow 0 \le x \le 12$ او $0 \le y \le (9 - 6.75)$

$$\left.\begin{array}{l} x = 0 \\ y = 0 \end{array}\right\} M_D = 81\text{KN-m}$$

$$\left.\begin{array}{l} x = 12m \\ y = 2.25m \end{array}\right\} M_C = 0$$



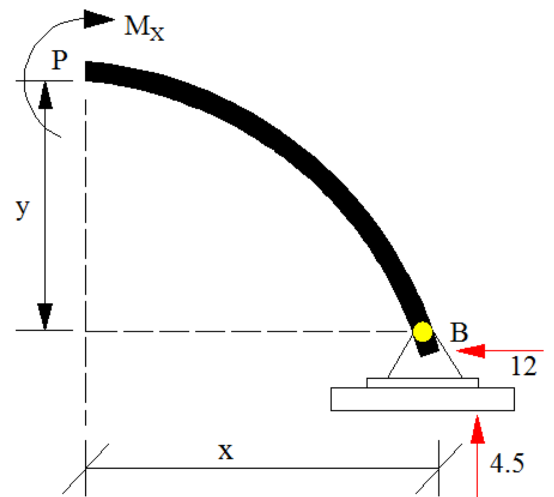
C او **B** تر منځ قطع:

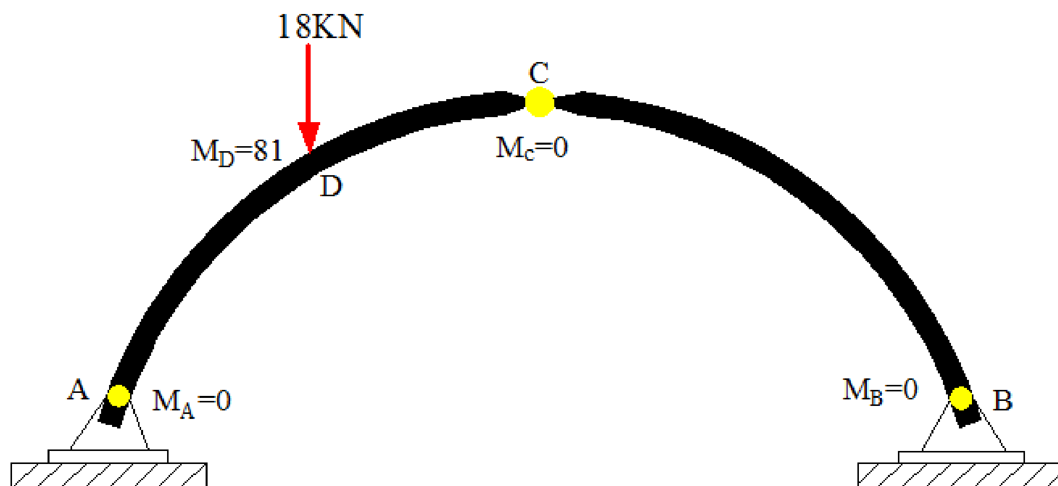
$\sum M_P=0 \rightarrow -4.5x + 12y + M_X = 0$

$M_X = 4.5x - 12y \quad 0 \le x \le 24$ او $0 \le y \le 9$

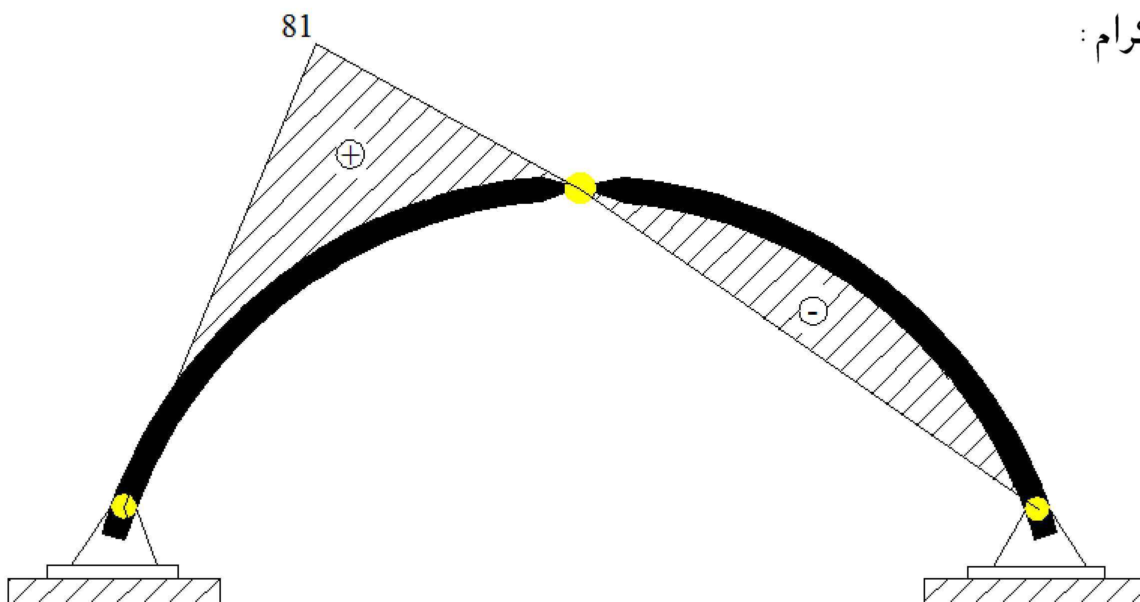
$$\left.\begin{array}{l} x = 24m \\ y = 9m \end{array}\right\} M_C = 0$$

$$\left.\begin{array}{l} x = 0 \\ y = 0 \end{array}\right\} M_B = 0$$



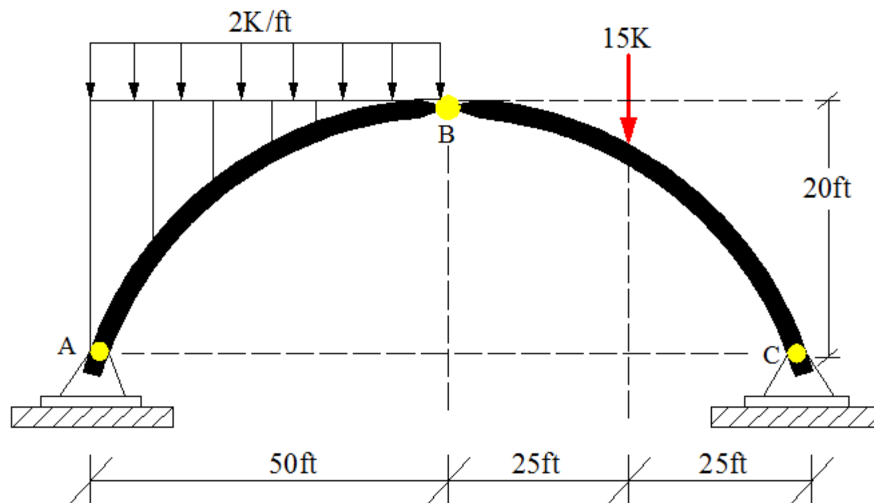


دیاګرام :

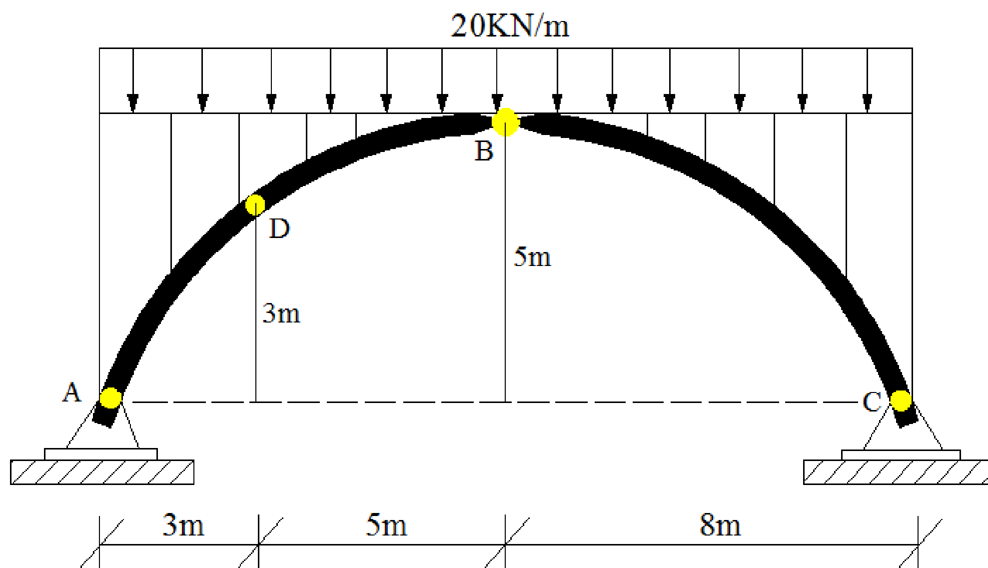


تمرین (Exercise)

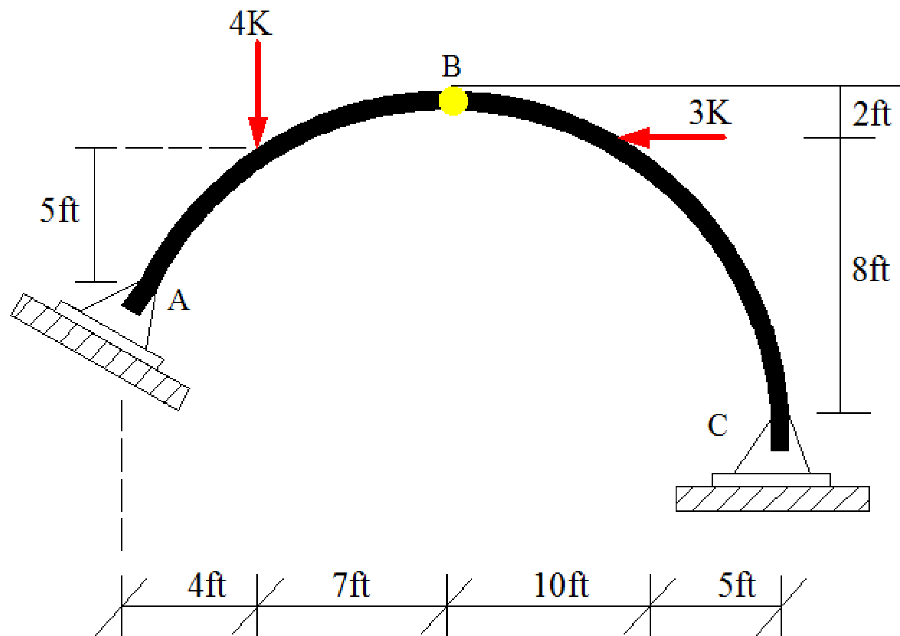
1) د کمان اتکائی عکس العملونه پیدا کړی.؟



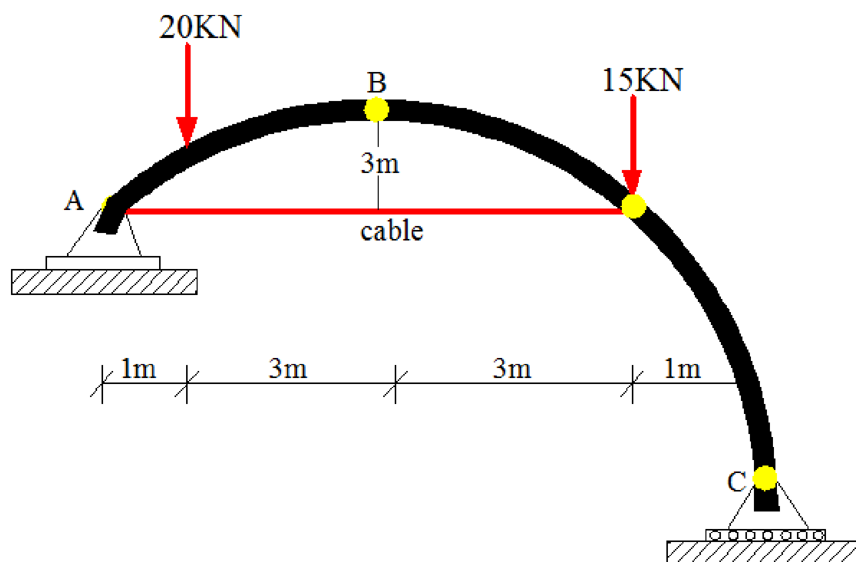
2) د ورکړل شوی دری مفصلی کمان په D نقطه کی داخلی مومنټ پیدا کړی که چیری کمان د 20KN/m منظم ویشل شوي بار لاندی واقع وی؟



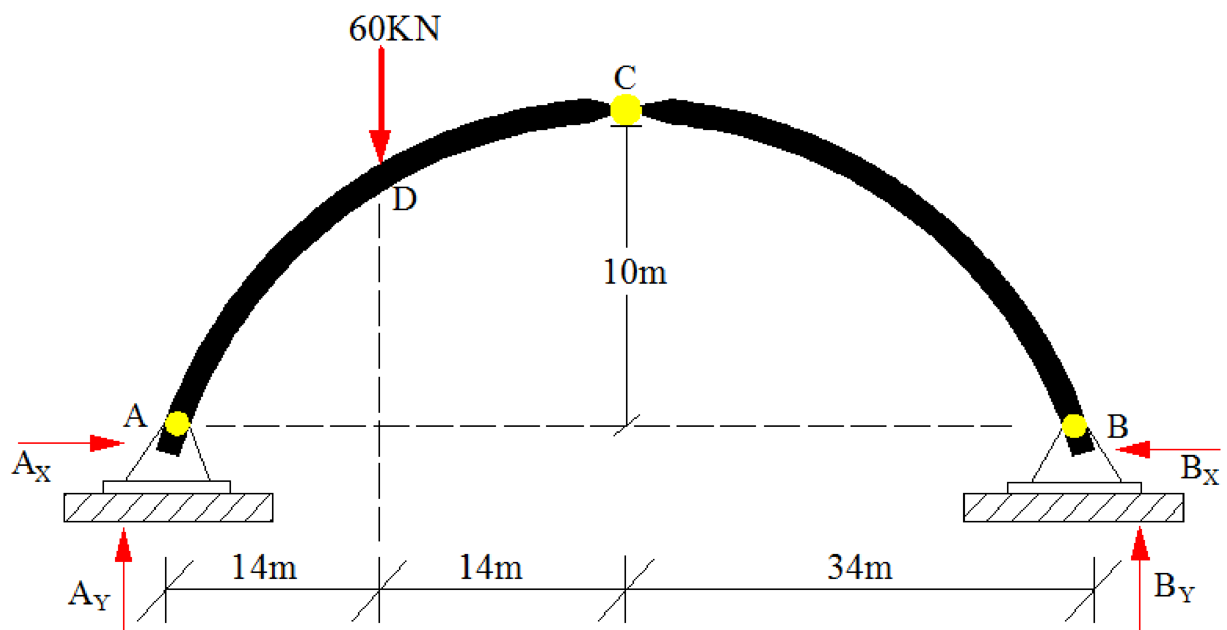
3) د ورکړل شوی دری مفصلی کمان په A ، B ، C ټکو کی اتکائی عکس العملونه پیدا کړی



4) یوتړل شوی دري مفصلي کمان چي8 متره وائه‌لری تاسي يي د اتکایزو غبرګونونو قیمت او په تړل شوی کیبل کی کششی قوه پیدا کړي



5) د ورکړ شوی دری مفصل لرونکی پرابولی کمان د انحنائی مومنټ دیاګرام رسم کړی؟؟



اووم څپرکی

د معین ستاتیکي ترسونو تحلیل

(Analysis of statically determinate Trusses)

په د فصل کی د معین ستاتیکی ترسونو تحلیل تر څیړنی لاندی نیسو او د ترسونو په مختلفو برخو کی کششی یا فشاری قواوی پیدا کولو لپاره د غوټو او قطعې میتود تشریح کوو.

ترس (Truss)

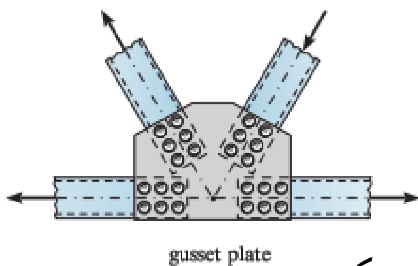
د مثلثي برخو څخه جوړ هغه ساختماني جوړښت چي د فلز یا لرګو (Metal and Wood) نري میلي پکې په مثلثي شکل یو ځاي شوي وي او دا میلي د کششي یا فشاري قواو لاندي واقع وی عبارت دی له ترس څخه.

په ترس کې ټولي قواوي په محوري بڼه اساس ته انتقالیږي.

ترسونه په هغه ساختمانونو کښې استعمالیږي، چي وایه یي لوي وي او د ګادرونو استعمال پکی غیر اقتصادي وي.

ترس ته په ګادر هله فوقیت ورکول کیږي که مونږ د ساخمان په طول کې دلچسپي ولرونه په ژوروالي کې.دا به ډیر اقتصادي وي که مونږ ترس د 9m څخه 30m فاصله کې استعمال کو، اګرچي دي نه زیات فاصلی ته هم استعمالیږي.

په ترسونو کې د عناصرو د هندسي شکله ترتیب له امله کوم بار چي د ترس د کوږوالي لامل ګیږي، د ترسونو په عناصرو کې په کششي او فشاري قواوبدلیږي.



ګزټ پلیټ (Gusset Plate)

د فلزی موادو هغه پلیټ کوم څخه چی په غوټو (Joints) کی استفاده کیږی او د وصل شویو میلو په خپل ځای ساتلو لپاره په جوائنټ کی کوشیر کیږی .

د ترسونو ډولونه (Types of Trusses)

1) په چتونو کی استعمالیدونکی ترسونه (Roof Trusses)



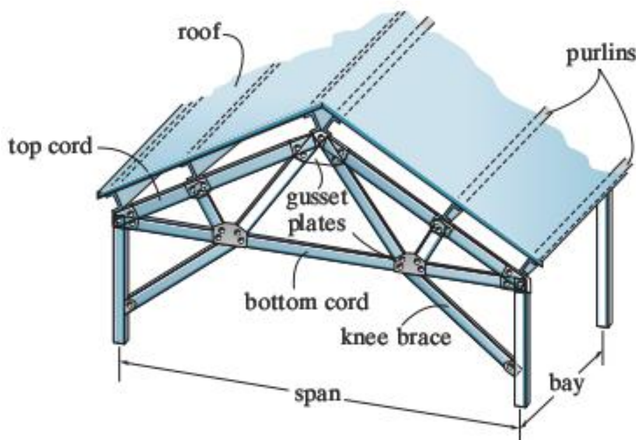
دا ډول ترسونه زیاتره د صنعتی تعمیراتو یا فابریکو په چتونو کی د مکمل ساختمان یوی برخی په حیث کار کوی لکه څرنګه چې په انځور کی ښودل شوی .

دلته د چت خپل وزن او نور چاپیریالي بارنونه لومړی د پرلنز (purlins) د لاری غوټو (Joints) ته انتقالیږی او او د غوټو څخه ترل شویو میلو ته.دا ډول ترس سره د تکیه ګانو د بینټ (Bent) په نامه یادیږی .

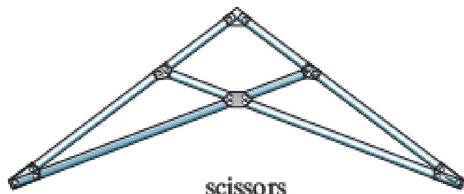
دوه ګاونډی بینټونو تر منځ فاصلی ته bay وئیل کیږی. اقتصادی ډیزائن لپاره بائد لاندی نورمونه په پام کی ونیسو .

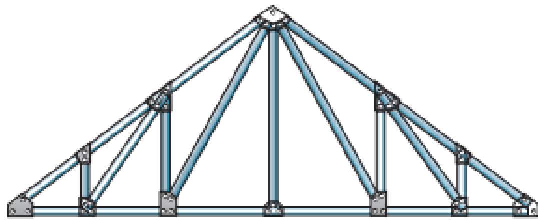
که چیری ترس 18m وائی لرونکی وی بائد د bay اوږدوالی ئی 4.6m وی .

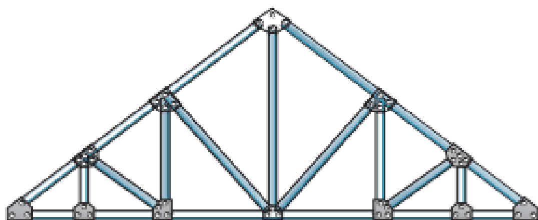
که چیری ترس 30m وائی لرونکی وی بائد د bay اوږدوالی ئی 6.1m وی .

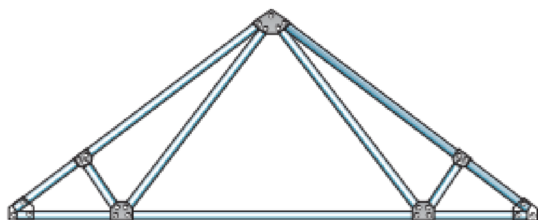


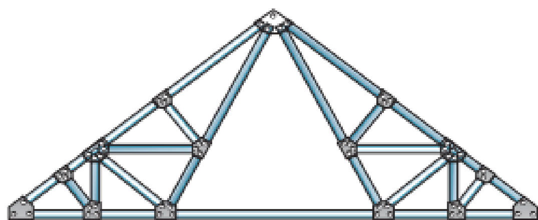
کله چې یو ساختمان لپاره ترس مشخص کیږی د ټولو مخه د ساختمان وائه ، د چت میلان (slope) او مواد ټاکل کیږی اودغه مشخصات په پام کی نیولو سره د مناسب ترس انتخاب کیږی . په چتونو کی د کوم ډول ترسونو څخه چې استفاده کیږی ، لاندی ښودل شوی دی.

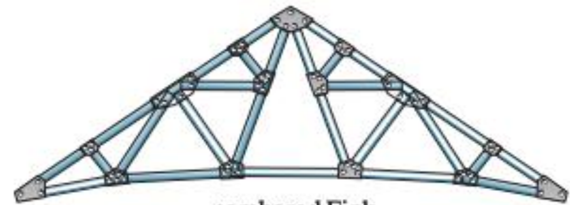

scissors
(a)

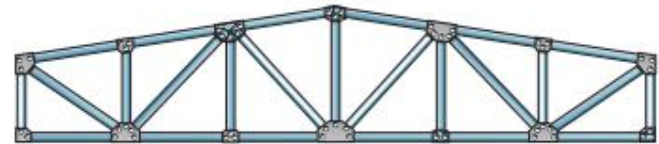

Howe
(b)

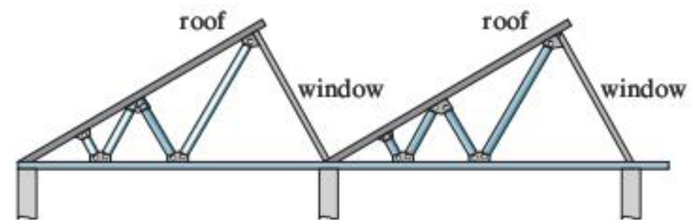

Pratt
(c)


fan
(d)


Fink
(e)

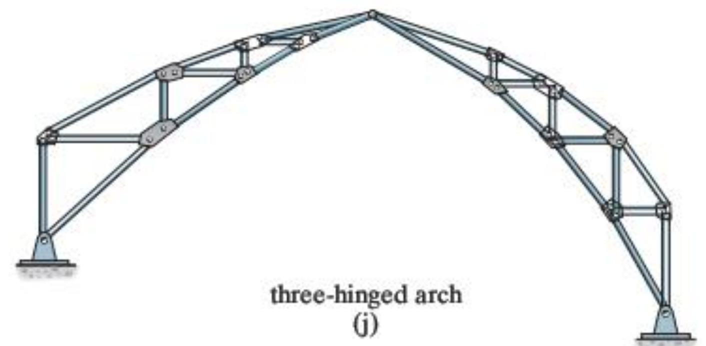

cambered Fink
(f)


Warren
(g)

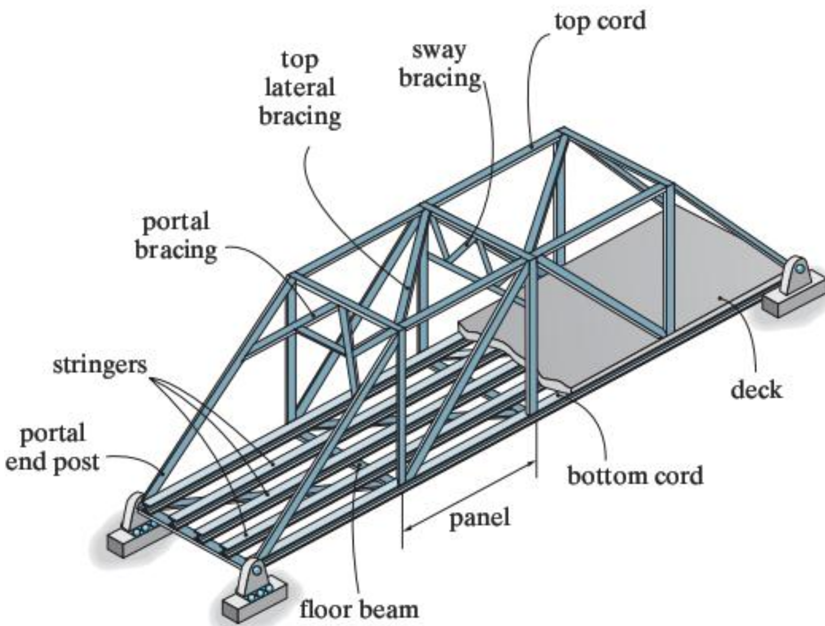


sawtooth
(h)


bowstring
(i)


three-hinged arch
(j)

2) په پلونو کی استعمالیدونکی ترسونه (Bridge Trusses)



په پلونو کی استعمالیدونکی ترسونو مهم غړی په شکل کی ښودل شوی.

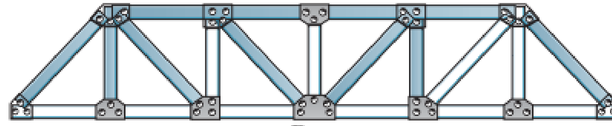
د بارونو انتقال :

په د ډول ترسونو کی لومړی د عراده جاتو وزن د پل سلب ته انتقالیږی د سلب (deck) څخه طولی ګاډرونو (stringers) ته ، عرضی ګاډرونو (Floor Beams) ته او په ورته ډول غوټو (joints) ته انتقالیږی همدارنګه ټول بارونه په منظم ډول غوټو سره وصل شویو میلو ته او په ورستیو کی اتکاګانو ته انتقالیږی. په نوموړیو ترسونو کی پورتنۍ او لاندینۍ میلی خپل مینځ کی د افقی قواو (Wind ,EQ) زغملو لپاره تړل کیږی کوم چی د lateral Bracing په نامه بلل کیږی.

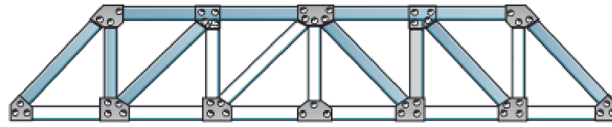


دا چی تودوخی له امله پیدا شوی اوږدیدنه د پل ویجاړتیا لامل ونه ګرځی په عملی ساحه کی د پل یوی خوا ته متحرکه اتکاء نسب کیږی .

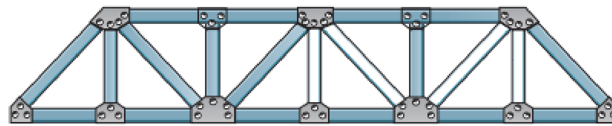
لاندې وركړ شويو ترسونو څخه په پلونو كې استفاده كيږي .



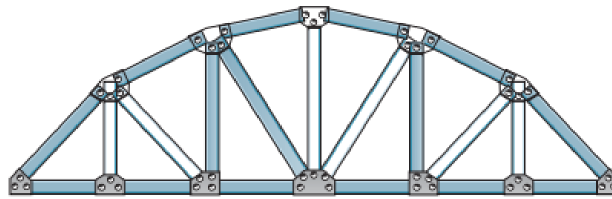
Pratt
(a)



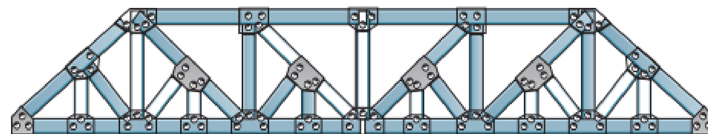
Howe
(b)



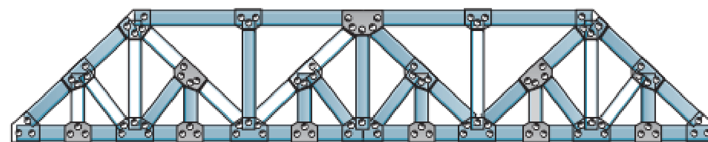
Warren (with verticals)
(c)



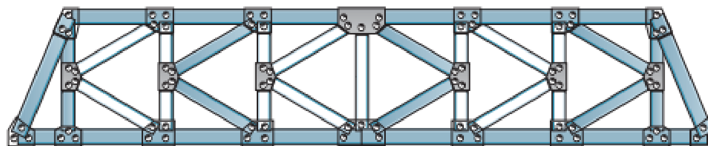
Parker
(d)



Baltimore
(e)



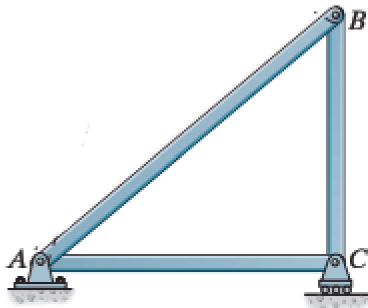
subdivided Warren
(f)



K-truss
(g)

د تحلیل له نظره ترسونه په لاندی ډولونو ویشل کیږی .

1) ساده ترسونه (Simple trusses)

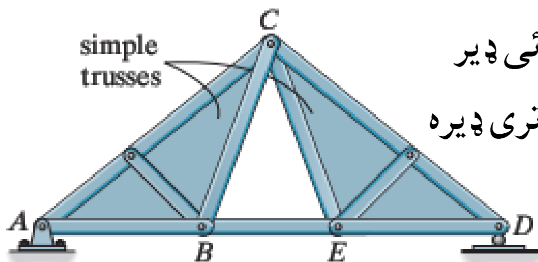


د ډول ترسونه ساده او بنیادی مثلثی غړیو څخه جوړ وی لکه څرنګه چې په شکل کی ښودل شوی .د ویجاړتیا مخنیوی لپاره بائد ترس شخ او هندسی تغیر نه منونکی وی .

د ترسونو ستبیلتی دوئم فصل کی په تفصیل سره تشریح شوی .

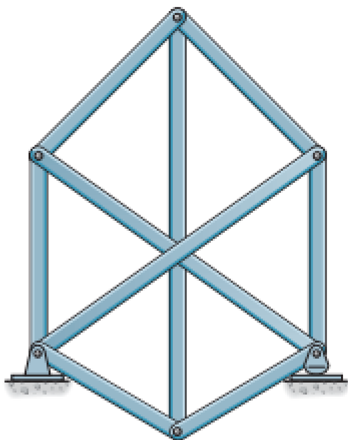
2) مرکبې ترسونه (compound Trusses)

کله چې دوه یا دوو څخه ډیر ساده ترسونه خپل مینځ کی د بارونو زغملو لپاره وصل کړی شی ، عبارت دی له مرکبی ترسونو څخه .



دی ډول ترسونو جوړښت ډیراسان او بارونو زغملو ظرفیت ئی ډیر زیات وی همدا وجه ده په عملی ساحه کی اوږدو وائولپاره تری ډیره استفاده کیږی .

3) پیچلې ترسونه (Complex Trusses)



د ډول ترس ساده او مرکبی ترسونو سره ډیر توپیر لری او تحلیل ئی ساده ترسونو په څیر نه کیږی

.په ترسونو کی صرف نارملی کششی یا فشاری قوی په داخل د میلو کی پیدا کیږی او هیڅ ډول کوږوالی مومنټ یا هم عرضی قوه پکی حضور نه لری.

د ترس په میلو کې داخلي قوی پیدا کولو لپاره لاندي طریقي لرو

۱. د غوټو طریقه (Method of joints)

۲. د قطعي طریقه (Method of section)

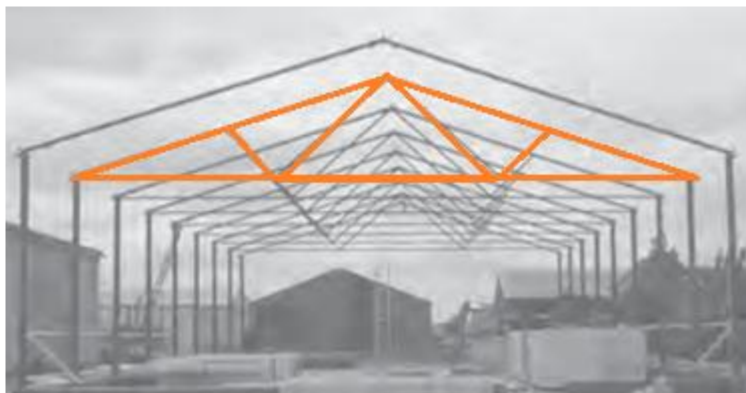
۳.ګرافیکي طریقه (Graphical Method)

د معین ستاتیکي ترسونو تحلیل (د غوټو طریقه)

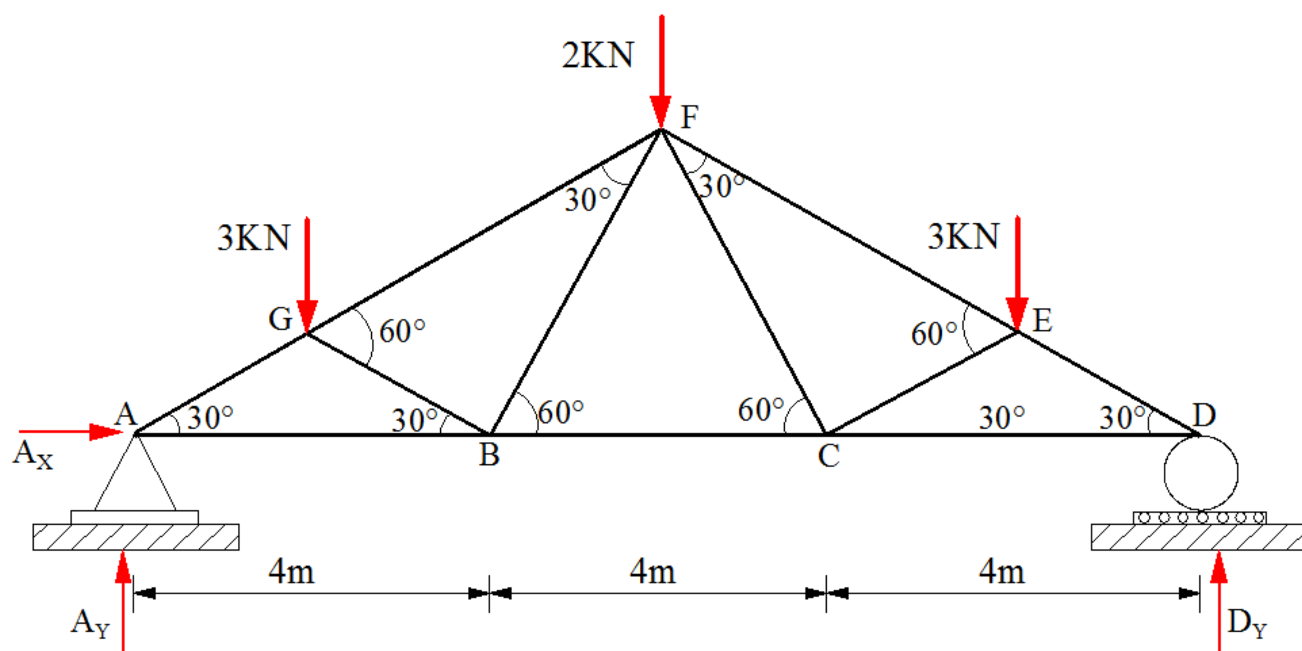
(Analysis of Truss using Method of joint)

د تحلیل کړنلاره: (Procedure for Analysis)

- ✓ لومړی بائد اتکائی غبرګونونه پیدا کړو .
- ✓ د هغه غوټی Free body diagram کاږو چی یو یا له یو څخه زیاتې معلومی قوی ولری.
- ✓ د قوو اجزا بیلولو لپاره بائد X او Y محور مشخص کو.
- ✓ تعادلی معادلو څخه په استفاده نامعلومی قوی پیدا کوو. $\sum F_X$ ، $\sum F_Y$
- ✓ مثبت او منفی علامت د قوو جهت ښائی.مثبت کشش لپاره او منفی فشار لپاره .
- ✓ تحلیل لپاره بائد هغه غوټی ته فوقیت ورکول شی کوم چی کم نه کم یو او زیات نه زیا ت دوه معلومی قوی ولری.
- ✓ کله چی د یو میلی په سر کی نامعلومه قوه محاسبه شی د میلی په دوئم سر کی همدا قیمت استعمالیږی (فقط جهت ئی تغیر خوری)
- ✓ کله چی میله په کشش کی واقع وی غوټی به ئی فشار کی وی
- ✓ کله چی میله په فشار کی واقع وی غوټی به ئی کشش کی وی



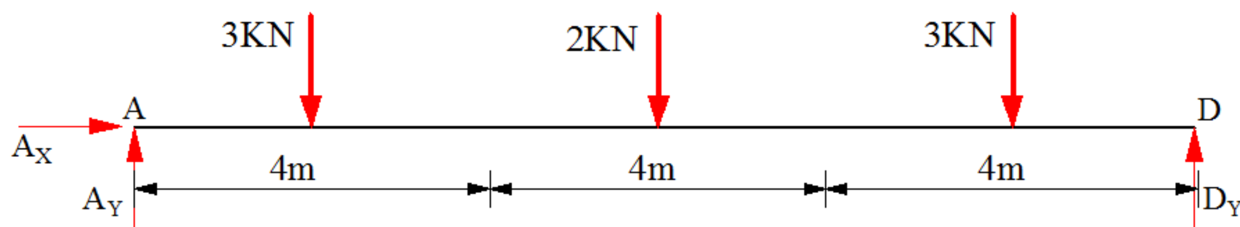
1) مثال: په انځور کی د ښودل شوی ترس (Roof Truss) د ټولو میلو داخلی قوی محاسبه کړی او وښائی کومه برخه په کشش یا فشار کی واقع ده .نور معلومات په لاندی ډول دی .



حل:

دا چی ترس د قوو او هندسی شکل دواړو د لحاظ مشابهه دی نو صرف یواځی تحلیل کوو

1) اتکائی غبرګونونه

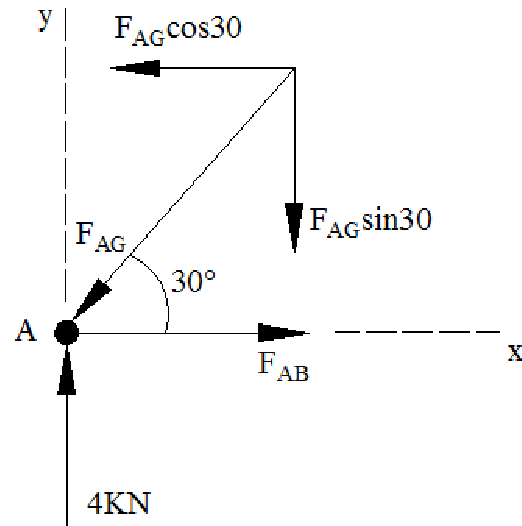


$\sum M_D = 0 \rightarrow 12A_Y - (3*10) - (2*6) - (3*2) = 0 \rightarrow A_Y = 4KN$

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad 4 + D_Y - 3 - 2 - 3 = 0 \qquad \rightarrow D_Y = 4KN$

$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad A_X = 0$

Joint A:



$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad 4 - F_{AG}\sin30 = 0$

$F_{AG} = 8KN$ (compression)

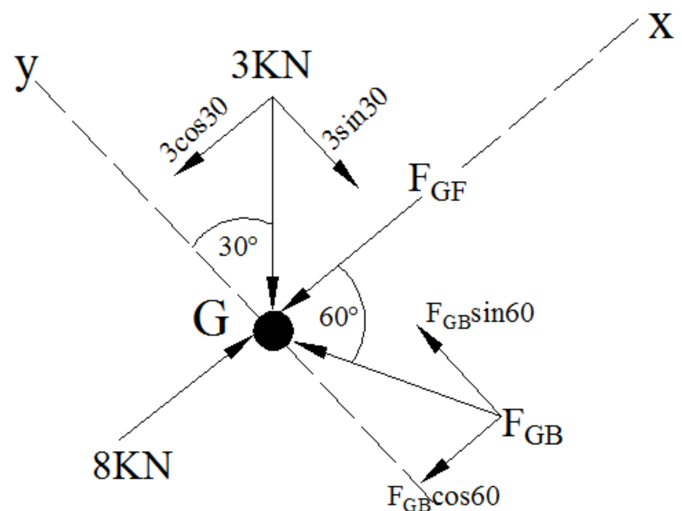
$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad F_{AB} - F_{AG}\cos30 = 0$

$F_{AB} = 8\cos30$

$F_{AB} = 6.93KN$ (Tension)

Joint G:

د محوراتو په تغیر کولو سره سوال د اوړدی محاسبی څخه ژغورل کیږی.



$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad F_{GB}\sin60 - 3\sin30 = 0$

$F_{GB} = 3KN$ (compression)

$\sum F_X = 0 \rightarrow 8 - FGF - 3\cos30 - 3\cos60 = 0$

$F_{GF} = 5KN$ (compression)

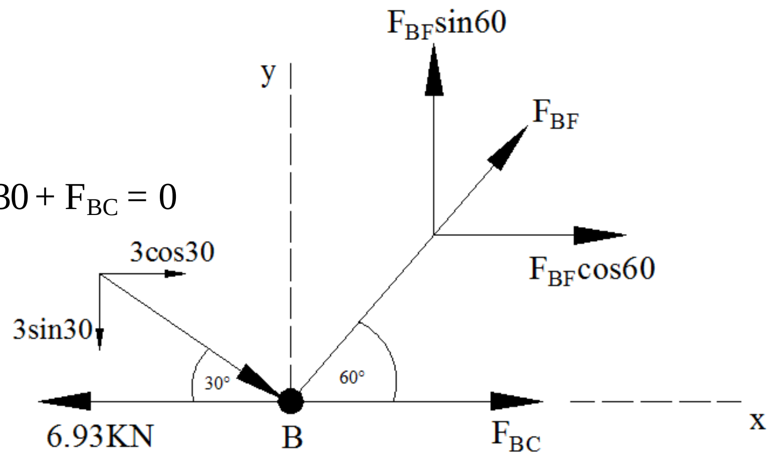
Joint B:

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad F_{BF}\sin60 - 3\sin30 = 0$

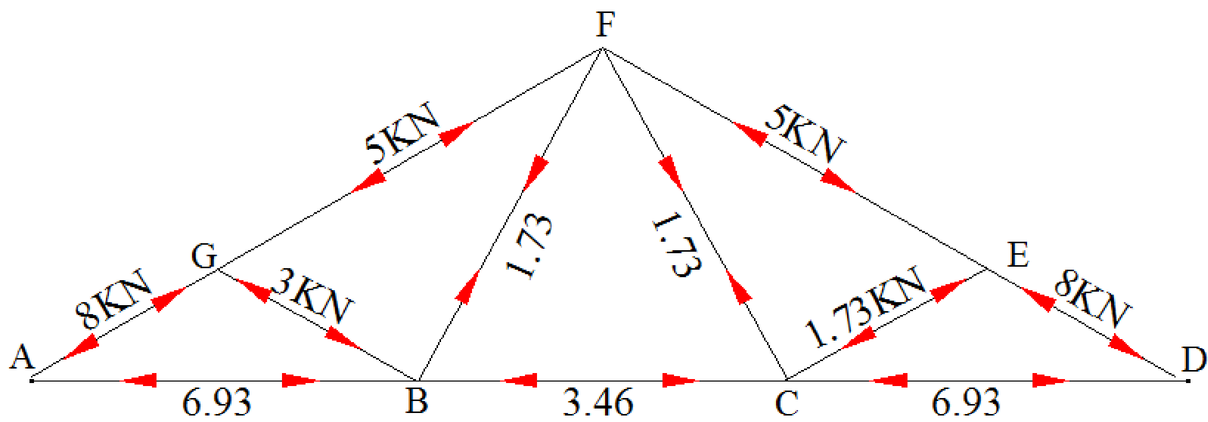
$F_{BF} = 1.73KN$ (Tension)

$\sum F_X = 0 \rightarrow 6.93 + 1.73\cos60 + 3\cos30 + F_{BC} = 0$

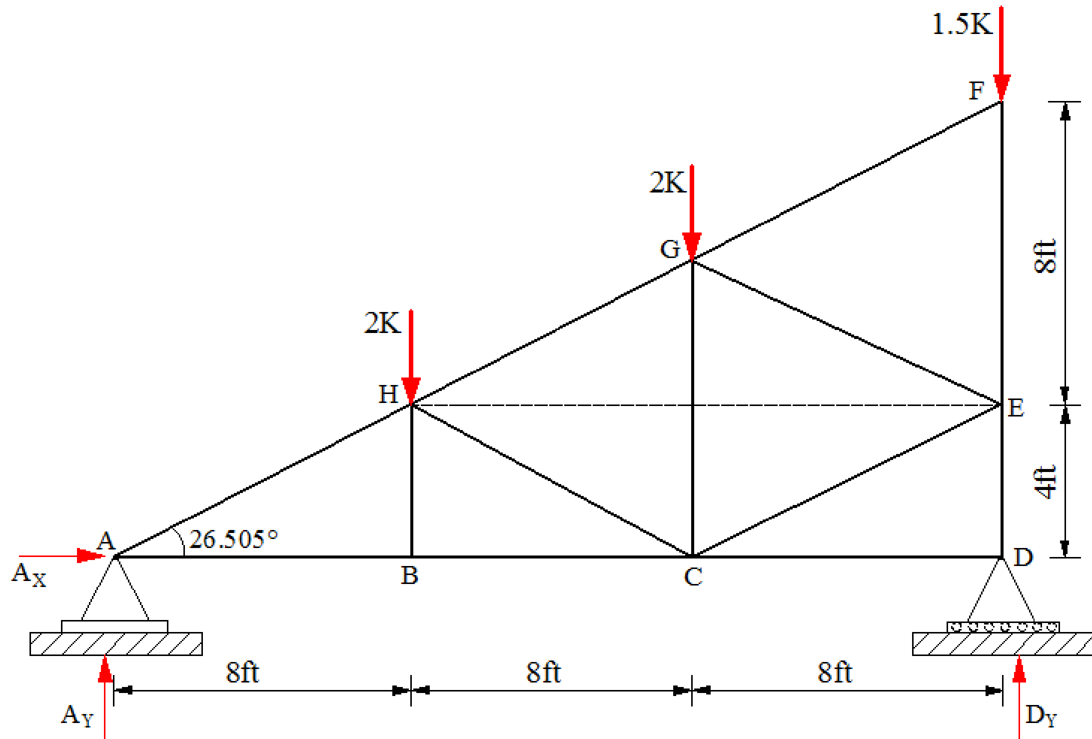
$F_{BC} = 3.46KN$ (Tension)



Final Diagram

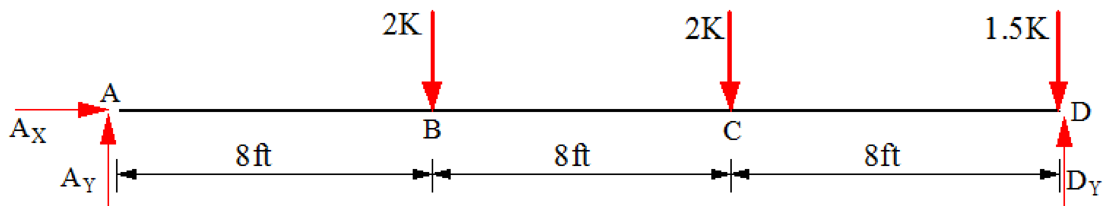


مثال:2 د ورکړل شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پیدا کړی او وښائي کومه برخه په کشش یا فشار کې واقع ده.



حل:

1) اتکائی غبرګونونه (Support Reactions)



$$\sum M_D = 0 \rightarrow 24A_Y - (2*16) - (2*8) = 0 \quad \rightarrow A_Y = 2K$$

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad 2 + D_Y - 2 - 2 - 1.5 \quad = 0 \quad \rightarrow D_Y = 3.5K$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad A_X = 0$$

Joint A:

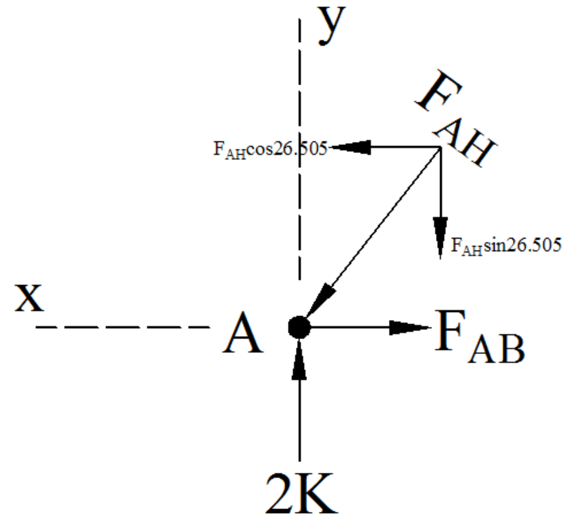
$\sum F_Y = 0 \rightarrow 2 - F_{AH}\sin 26.505 = 0$

$F_{AH} = 4.48K$ (compression)

$\sum F_X = 0$

$F_{AB} - 4.48\cos 26.505 = 0$

$F_{AB} = 4K$ (Tension)



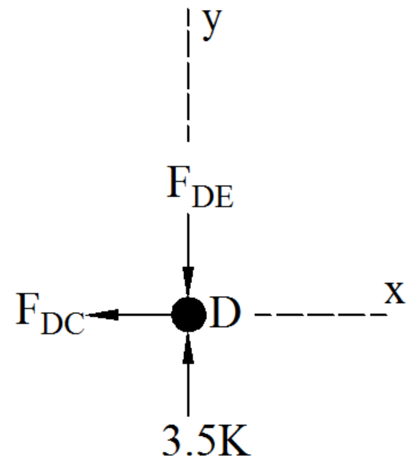
Joint D:

$\sum F_Y = 0 \rightarrow 3.5 - F_{DE} = 0$

$F_{DE} = 3.5KN$ (compression)

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{DC} = 0$

$F_{DC} = 0$



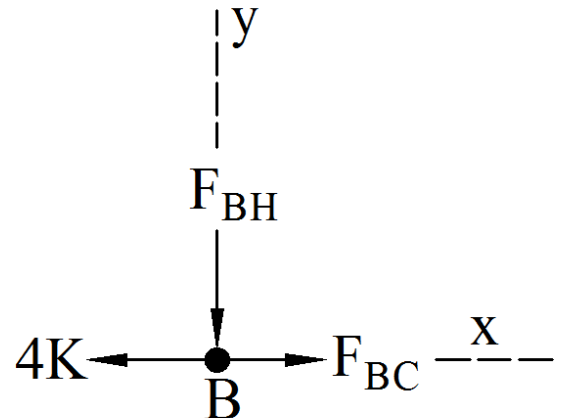
Joint B:

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad F_{BH} = 0$

$F_{BH} = 0$

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

$-4 + F_{BC} = 0 \rightarrow F_{BC} = 4K$ (Tension)



Joint H:

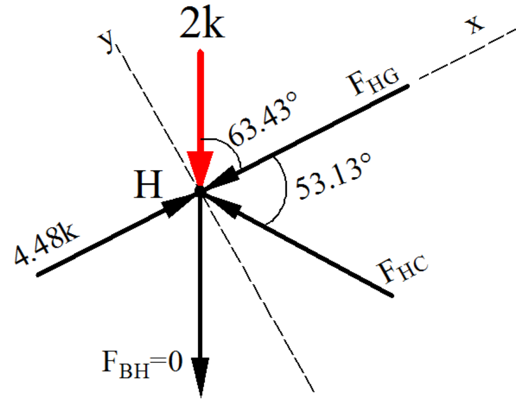
$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad -2\sin 63.43 + F_{HC}\sin 53.13 = 0$

$F_{HC} = 2.24K$ (compression)

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

$+4.48 - F_{HG} - 2\cos 63.43 - 2.24\cos 53.13 = 0$

$F_{HG} = 2.24K$ (compression)



Joint F:

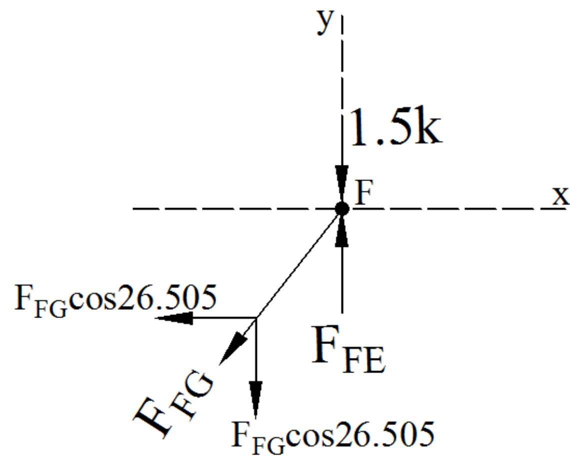
$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

$F_{FG}\cos 26.505 = 0$

$F_{FG} = 0$

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad F_{FE} - 1.5 = 0$

$F_{FE} = 1.5K$ (compression)



Joint G:

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

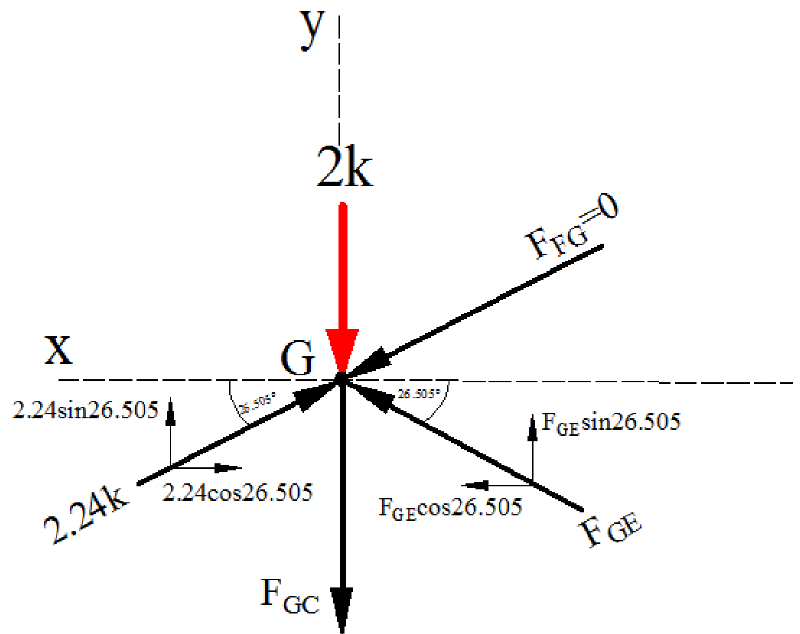
$2.24\cos 26.505 - F_{GE}\cos 26.505 = 0$

$F_{GE} = 2.24K$ (compression)

$\sum F_Y = 0 \rightarrow$

$-2 - F_{GC} + 2(2.24\sin 26.505) = 0$

$F_{GC} = 0$



Joint E:

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

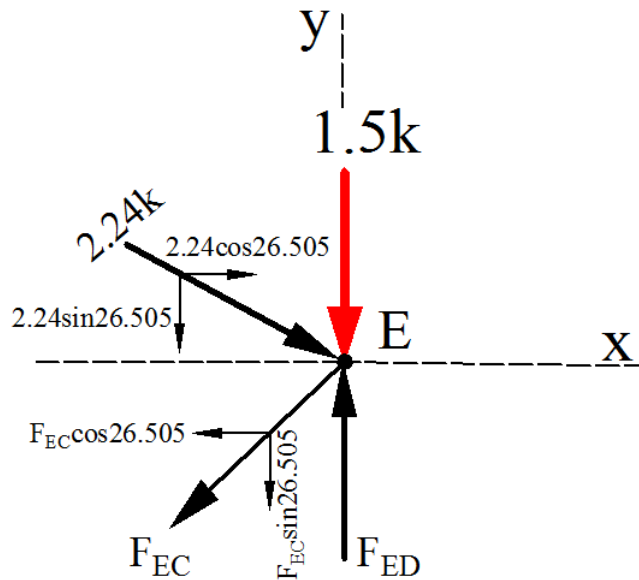
$2.24\cos26.505 - F_{EC}\cos26.505 = 0$

$F_{EC} = 2.24K$ (Tension)

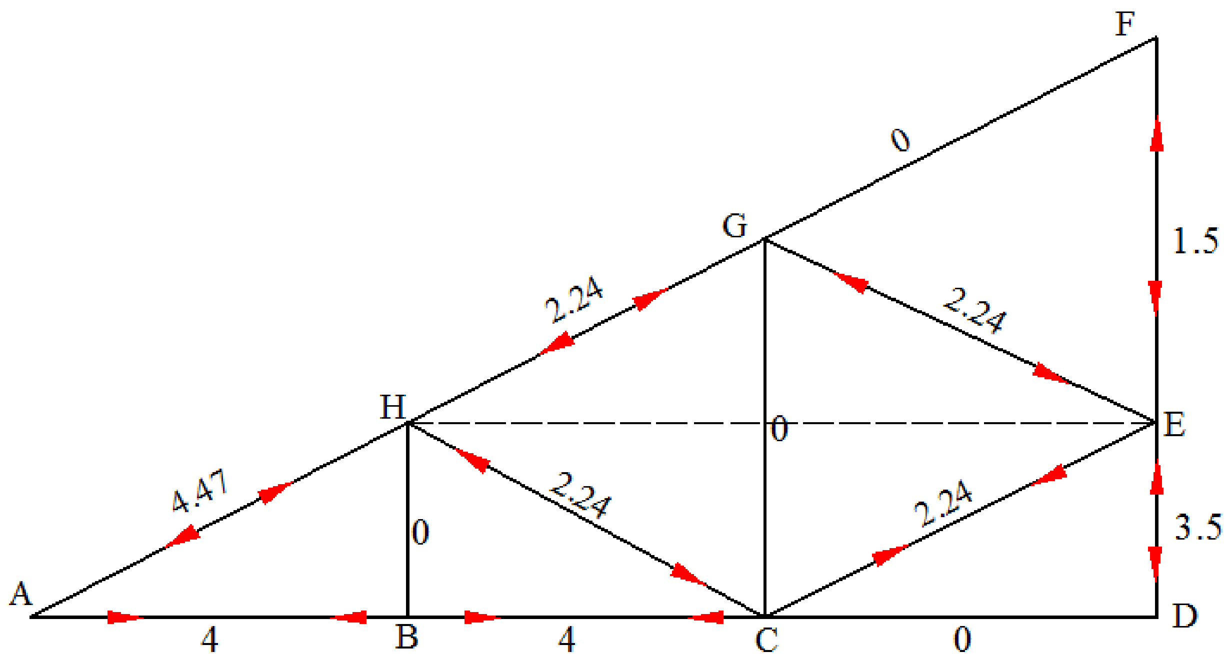
$\sum F_Y = 0 \rightarrow$

$-1.5 + F_{ED} - 2(2.24\sin26.505) = 0$

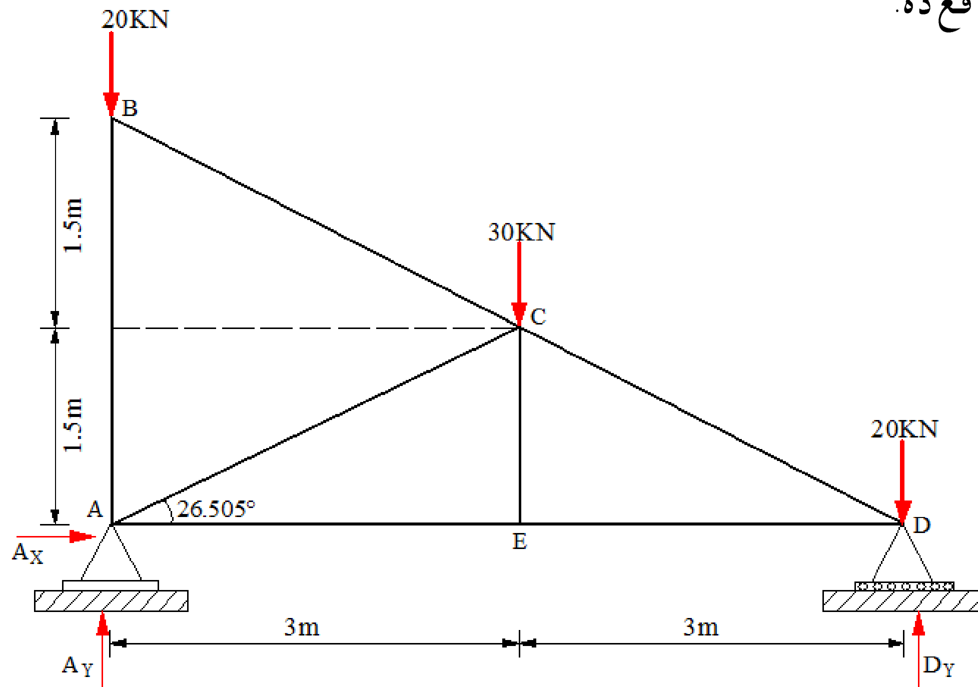
$F_{ED} = 3.5k$ (Compression)



Force Diagram:



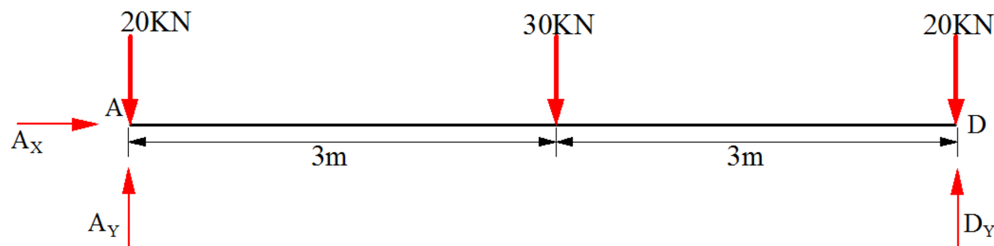
مثال: 3 د ورکړل شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پيدا کړی او وښايي چي کومه برخه په کشش يا فشار کې واقع ده.



حل:

S.I=m+r-2j = 7+3-(2*5) = 0 (معين ستاتيکی سيستم)

اتکائی عکس العملونه : (Support Reactions)



$\sum M_D = 0 \rightarrow 6A_Y - (20*6) - (30*3) = 0 \quad \rightarrow A_Y = 35kN$

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad 35 + D_Y - 20 - 30 - 20 = 0 \quad \rightarrow D_Y = 35kN$

$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad A_X = 0$

Joint D:

$\sum F_Y = 0 \rightarrow$

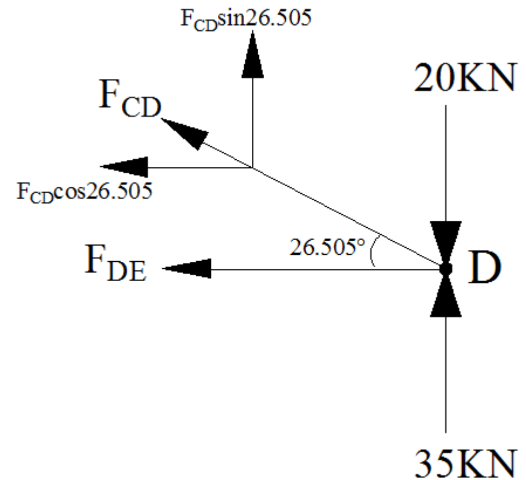
$35 + F_{CD}\sin 26.505 - 20 = 0$

$F_{CD} = -33.5KN$ (Compression)

$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{BC} = 0$

$-F_{DE} - (-33.5\cos 26.505) = 0$

$F_{DE} = 30kN$ (Tension)



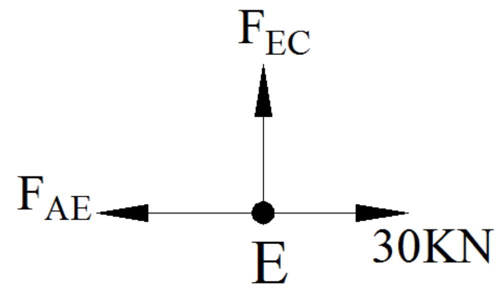
Joint E:

$\sum F_Y = 0 \rightarrow$

$F_{EC} = 0$

$\sum F_X = 0 \rightarrow -F_{AE} + 30 = 0$

$F_{AE} = 30kN$ (Tension)



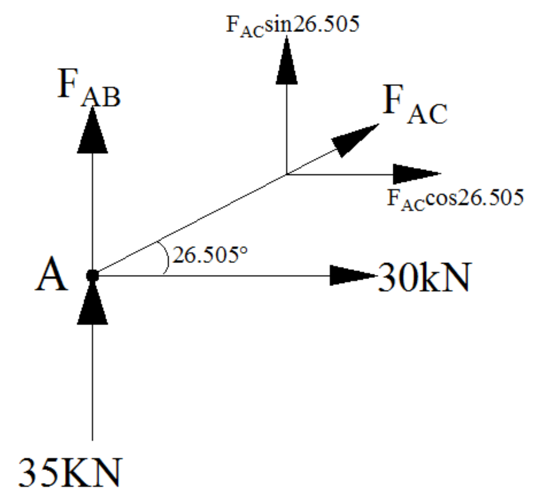
Joint A:

$\sum F_X = 0 \rightarrow +F_{AC}\cos 26.505 + 30 = 0$

$F_{AC} = -33.5$ KN (compression)

$\sum F_Y = 0 \rightarrow (-33.5\sin 26.505) + 35 + F_{AB} = 0$

$F_{EC} = -20$ (compression)

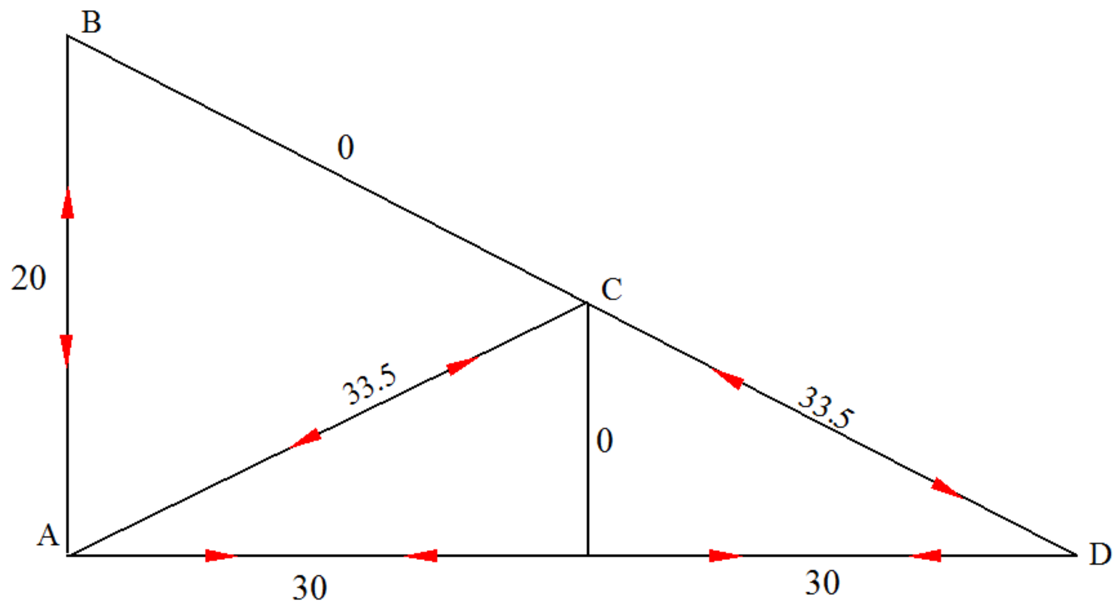


Joint B:

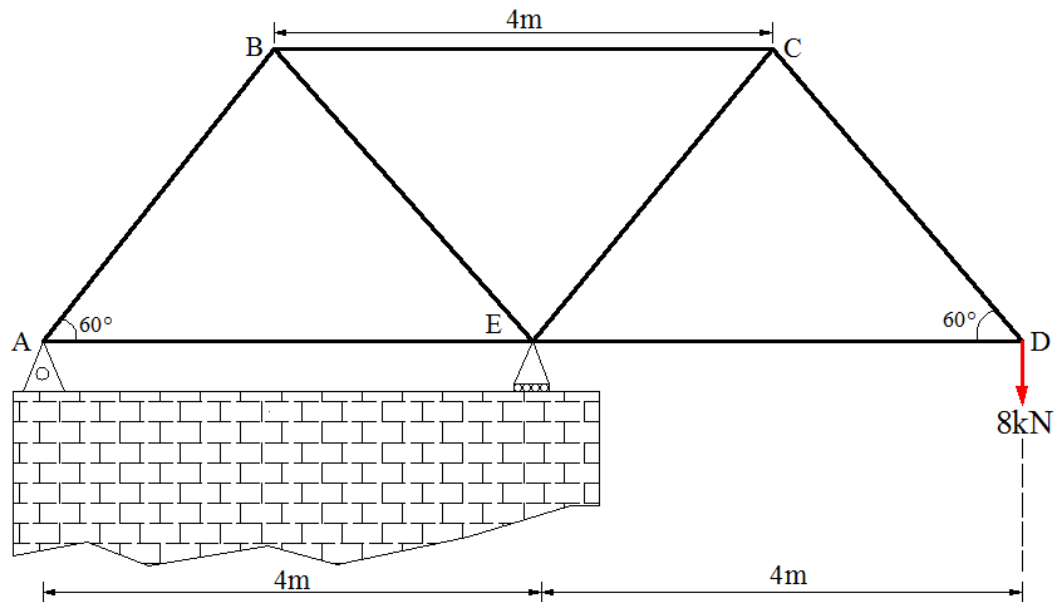
$\sum F_X = 0 \rightarrow +F_{BC}\cos 26.505 = 0$

$F_{BC} = 0$

Force Diagram:

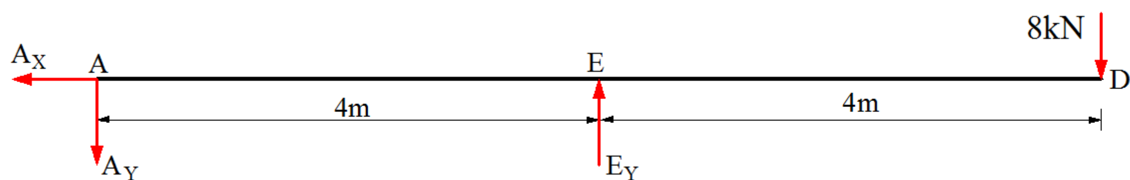


مثال: د 4 ورکړ شوي ترس په ټولو برخو کې قوي پیدا کړی او وښایي چې کومه برخه په کشش یا فشار کې واقع ده.   P=8KN



حل: جواینټ میتود:

اتکایي عکس العملونه (Support Reacrions)



$\sum M_E = 0 \rightarrow -4A_Y + (8*4) = 0 \quad \rightarrow A_Y = 8kN$

$\sum F_Y = 0 \rightarrow -8 + E_Y - 8 = 0 \quad \rightarrow E_Y = 16kN$

$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad A_X = 0$

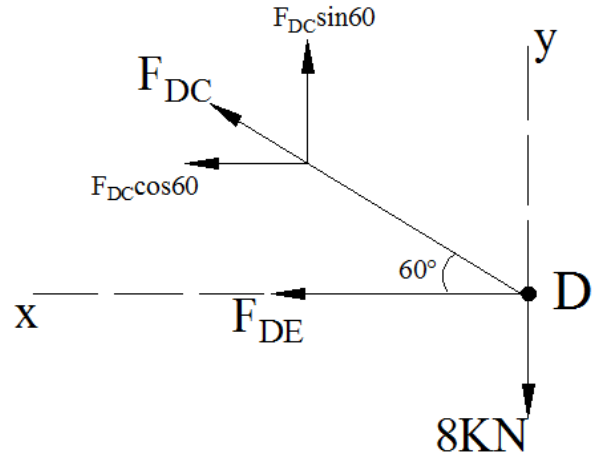
Joint D:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{DC}\sin60 - 8 = 0$

$F_{DC} = 9.24$ KN (Tension)

$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{DE} - 9.24\cos60 = 0$

$F_{DE} = -4.62$ (compression)



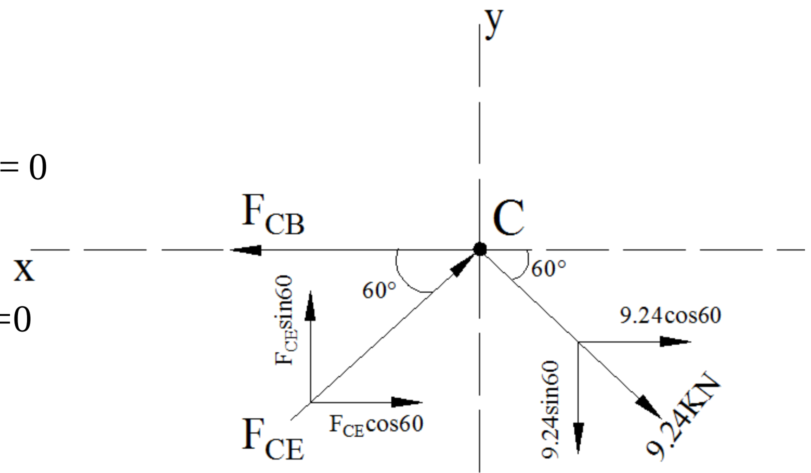
Joint C:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{CE}\sin60 - 9.24\sin6 = 0$

$F_{CE} = 9.24$ KN (compression)

$\sum F_x = 0 \rightarrow - F_{CB} + 2(9.24\cos60) = 0$

$F_{CB} = 9.24$KN (Tension)



Joint B:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{BE}\sin60 - F_{BA}\sin6 = 0$

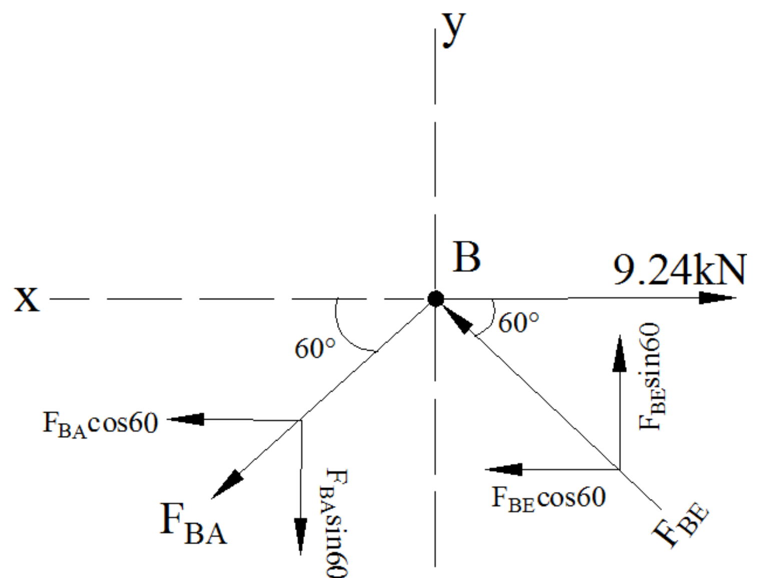
$F_{BE} = F_{BA}$

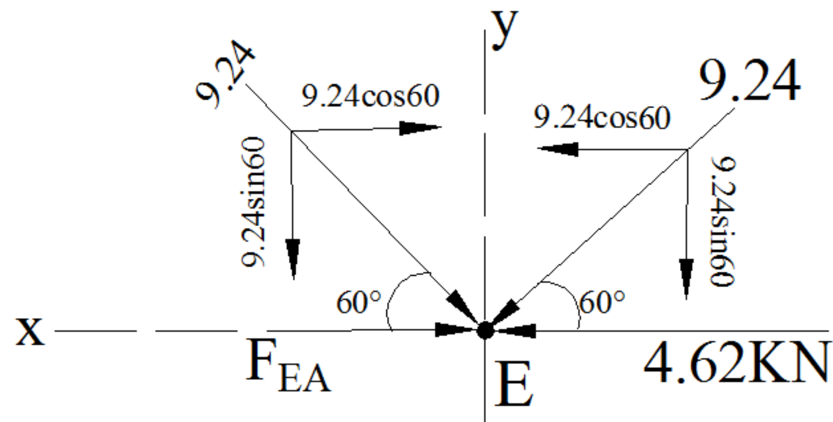
$\sum F_x = 0 \rightarrow 9.24 - 2F\cos60 = 0$

$F = 9.24$KN

$F_{BE} = 9.24$KN (compression)

$F_{BA} = 9.24$KN (Tension)



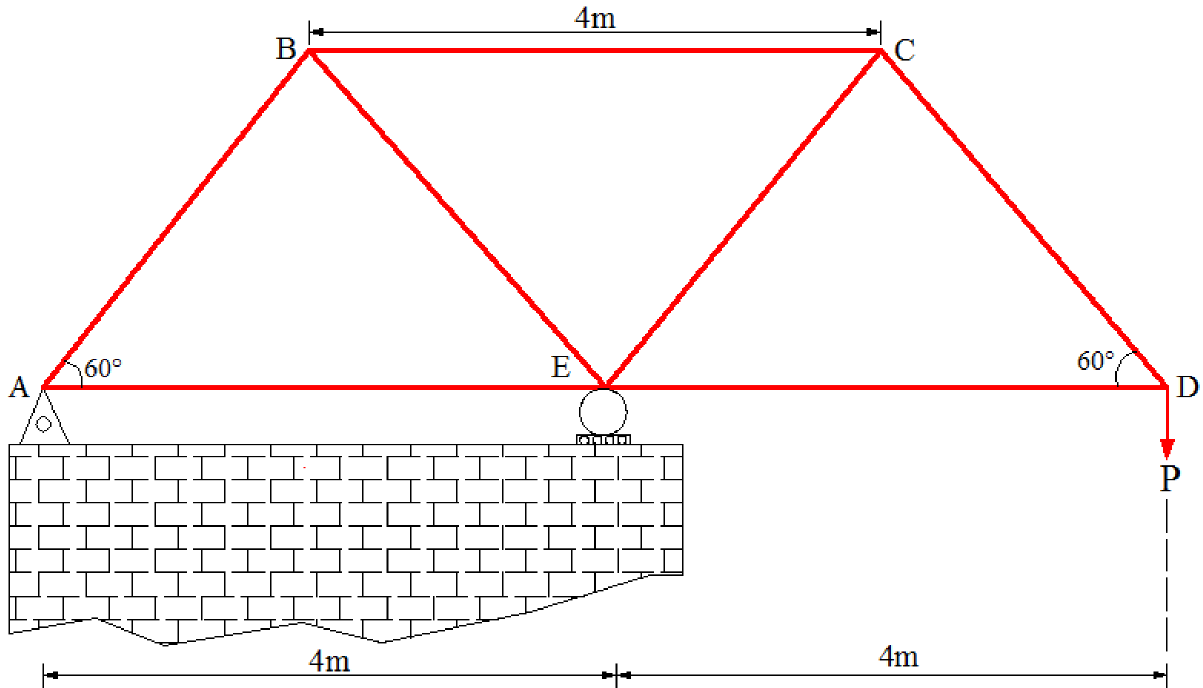


Joint E:

$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{EA} + 9.24\cos60 - 9.24\cos60 - 4.62 = 0$

$F_{EA} = 4.62$ KN (Compression)

مثال:5 که چیری په ښودل شوی ترس کی د هری میلي د کششی قواو زغملو ظرفیت 8KN او فشاری قواو ظرفیت 6kN وی تاسی په D نقطه کی نامعلومه قوه (P) پیدا کړی ؟



حل: اتکائی عکس العملونه محاسبی ته اړتیا نه لری .

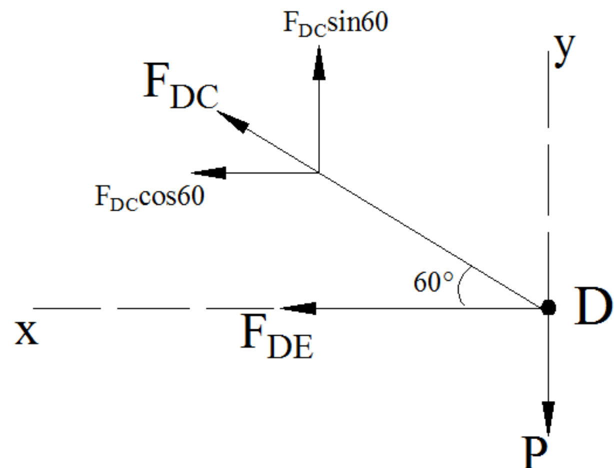
Joint D:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{DC}\sin 60 - P = 0$

$F_{DC} = 1.1547P$ (Tension)

$\sum F_x = 0 \rightarrow -F_{DE} - (1.1547P)\cos 60 = 0$

$F_{DE} = -0.57735P$ (compression)



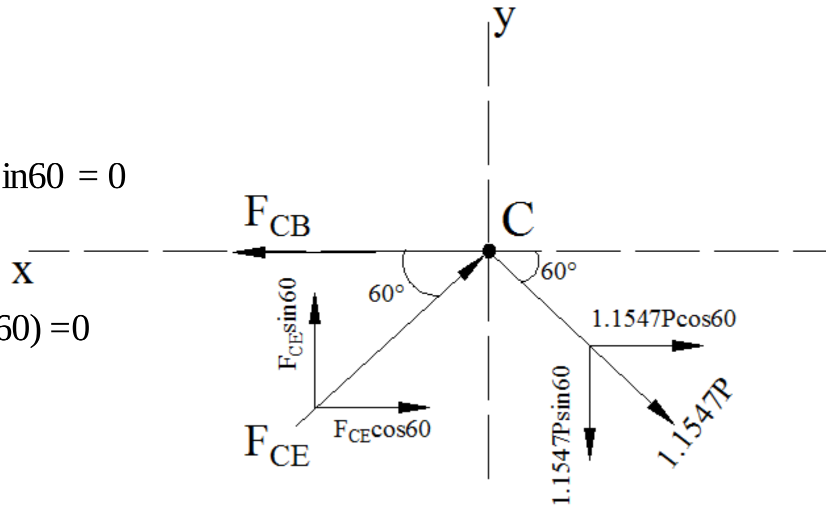
Joint C:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{CE}\sin 60 - 1.1547P\sin 60 = 0$

$F_{CE} = 1.1547P$ (compression)

$\sum F_x = 0 \rightarrow - F_{CB} + 2(1.1547P\cos 60) = 0$

$F_{CB} = 1.1547P$ (Tension)



Joint B:

$\sum F_y = 0 \rightarrow +F_{BE}\sin 60 - F_{BA}\sin 6 = 0$

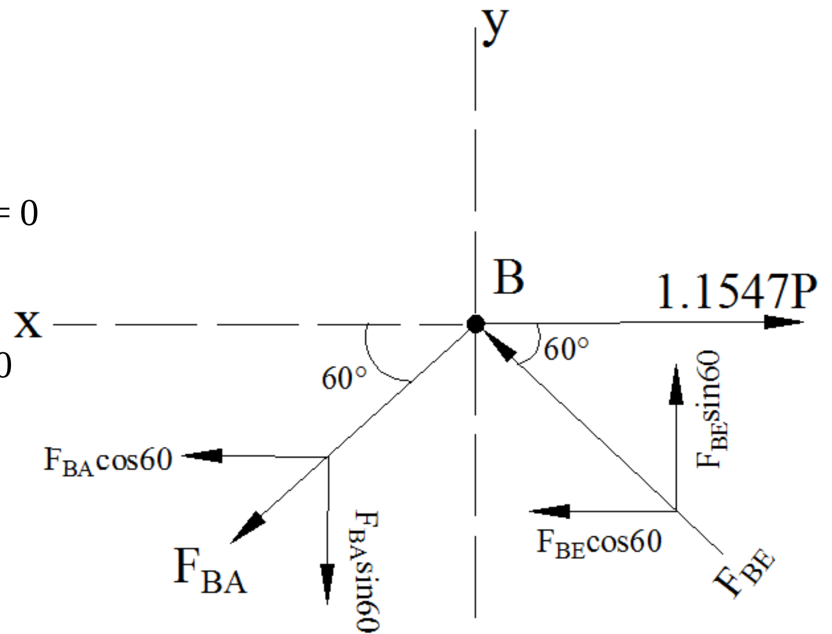
$F_{BE} = F_{BA}$

$\sum F_x = 0 \rightarrow 1.1547P - 2F\cos 60 = 0$

$F = 1.1547P$

$F_{BE} = 1.1547P$ (compression)

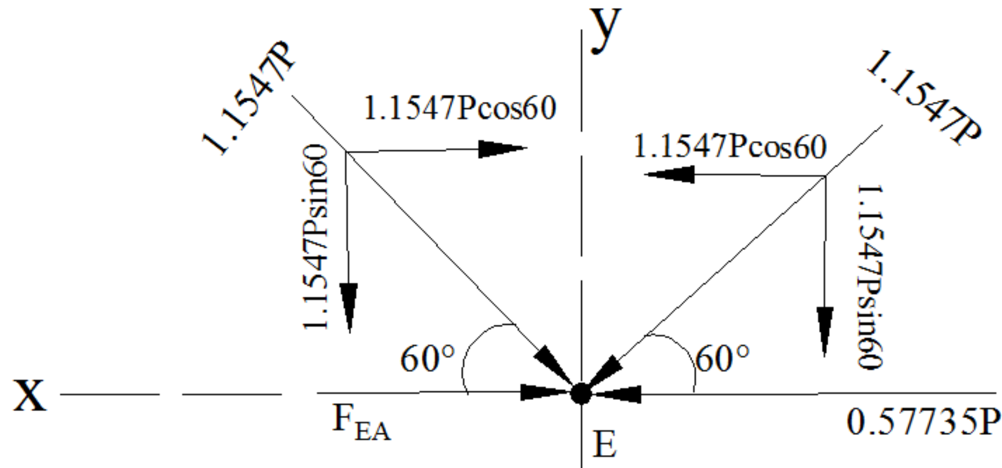
$F_{BA} = 1.1547P$ (Tension)



Joint E:

$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{EA} + 1.1547P\cos60 - 1.1547P\cos60 - 0.57735P = 0$

$F_{EA} = 0.57735P$ (Compression)



پورتني تحليل خخه پوهيږو

اعظمی کششی قوه = 1.1547P

اعظمی فشاری قوه = 1.1547P

د P قيمت کششی قواو لپاره : $1.1547P = 8$

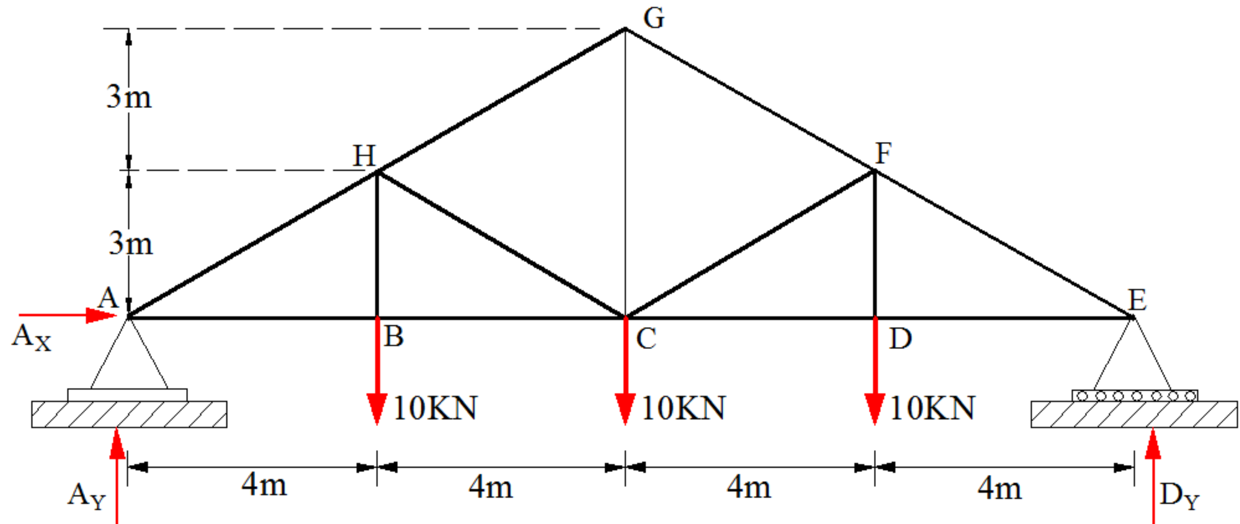
$P = 6.93KN$

د P قيمت فشاری قواو لپاره : $1.1547P = 6$

$P = 5.20KN$

Here the value of P=5.20KN controls the design, if we assume p=6.93 then it exceeds the capacity of compressive forces

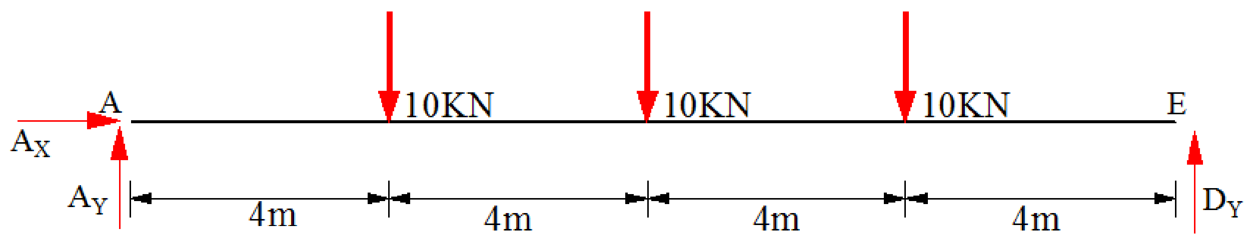
مثال:**6** د لاندې ورکړ شوي ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړې ؟او وښائی کوم غړي ئې په کشش یا فشار کې واقع دي ؟ (د غوټو طریقه)



حل:

دا چې ترس د قوو او هندسی شکل دواړو د لحاظه مشابهه دی نو صرف یواړخ ئی تحلیل کوو

2) اتکائی غبرګونونه



$\sum M_D = 0 \rightarrow 16A_Y - (10*12) - (10*8) - (10*4) = 0 \quad \rightarrow A_Y = 15KN$

$\sum F_Y = 0 \rightarrow \quad 15 + D_Y - 10 - 10 - 10 \quad = 0 \qquad \rightarrow D_Y = 15KN$

$\sum F_X = 0 \rightarrow \quad A_X = 0$

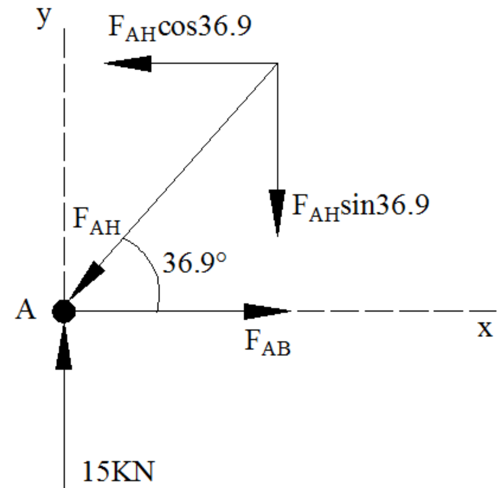
Joint A:

$\sum F_y = 0 \rightarrow -F_{AH}\sin 36.9 + 15 = 0$

$F_{AH} = 25KN$ (compression)

$\sum F_x = 0 \rightarrow -25\cos 36.9 + F_{AB} = 0$

$F_{AB} = 20KN$ (Tension)



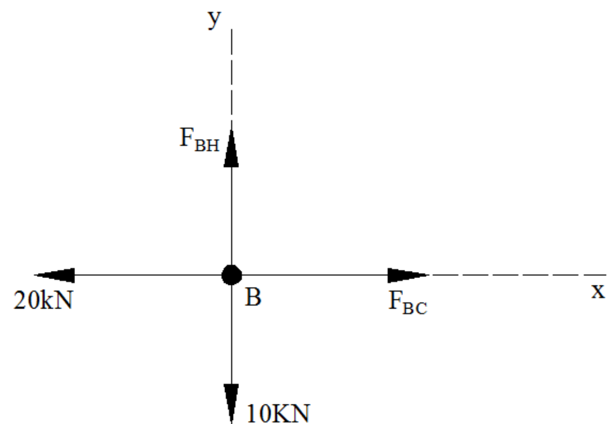
Joint B:

$\sum F_y = 0 \rightarrow -10 + F_{BH} = 0$

$F_{BH} = 10KN$ (Tension)

$\sum F_x = 0 \rightarrow -20 + F_{BC} = 0$

$F_{BC} = 20KN$ (Tension)



Joint H:

$\sum F_y = 0 \rightarrow$

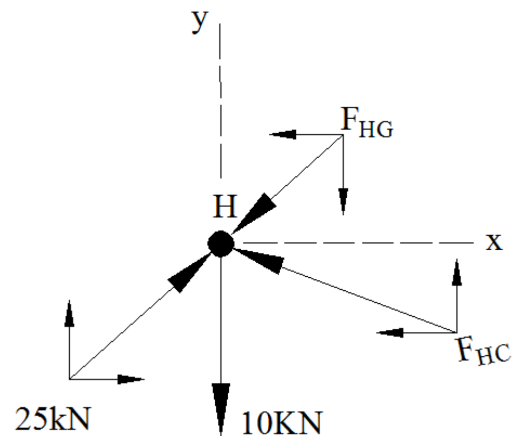
$-F_{HG}\sin 36.9 + F_{HC}\sin 36.9 + 25\sin 36.9 = 0$

$-0.6F_{HG} + 0.6F_{HC} + 15 = 0$...... (1)

$\sum F_x = 0 \rightarrow$

$-F_{HG}\cos 36.9 - F_{HC}\cos 36.9 + 25\cos 36.9 = 0$

$-0.8F_{HG} - 0.8F_{HC} + 20 = 0$......... (2)



Solving (1) and (2) We get. $F_{HG} = 16.7KN(C)$ and $F_{HC} = 8.33KN(C)$

Joint G:

$\sum F_y = 0 \rightarrow$

$F_{GF}\sin 36.9 + 16.7\sin 36.9 - F_{GC} = 0$

$0.6F_{GF} - F_{GC} + 10 = 0 \ldots\ldots (1)$

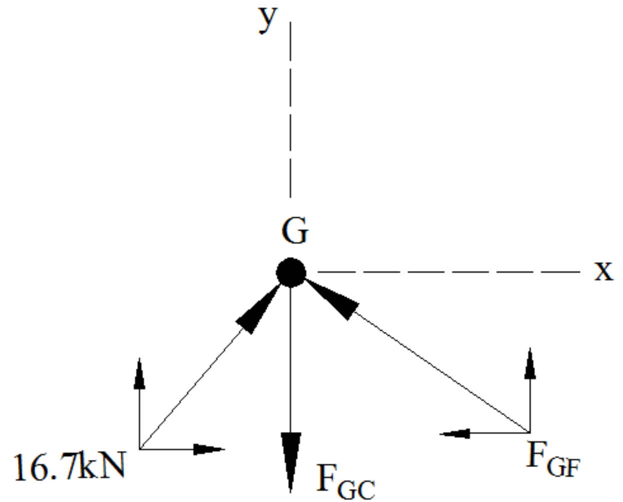
$\sum F_x = 0 \rightarrow$

$- F_{GF}\cos 36.9 + 16.7\cos 36.9 = 0$

$F_{GF} = 16.7KN\ (C)$

Putting in Equation (1) we get

$F_{GC} = 20KN(T)$

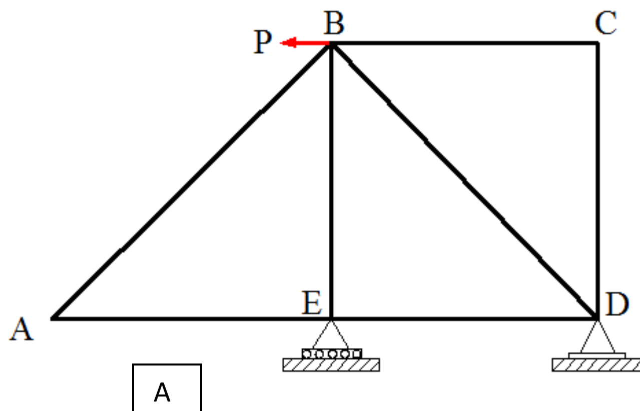


هغه میلې چې قوی یې صفر وی (Zero Force Members)

د ترسونو تحلیل د جوائنټ میتود په استعمال ډیر اسانیږی که چیری لومړی په دی وتوانیږو هغه میلی چې قوی نه زغمی په ګوته کوځکه دا میلی په ترسونو کی د بارونو انتقال پر ځائی Stability لپاره استعمالیږی . او په لاندی ډول محاسبه کیږی .

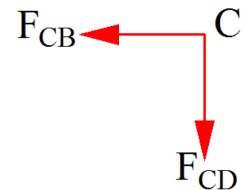
1) لومړی حالت :

د A شکل په C غوټه کی افقی او عمودی میلی په 90 درجه خپلو کی تړل شوی او هیڅ ډول خارجی بار پری عمل نه دی کړی .تعادل برقرار ساتلو لپاره بائد CD او CB میلو کی قوی صفر وی.



$$\sum F_X = 0 \rightarrow F_{CB} = 0$$

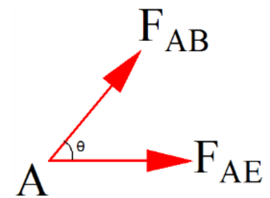
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{CD} = 0$$



همدا رنګه A غوټی سره تړلی میلو کی هم قوی صفر دی

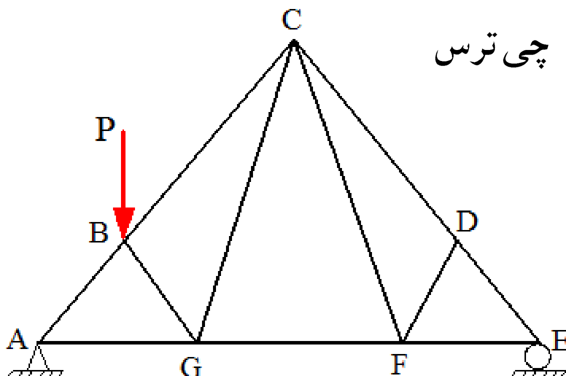
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{AB}\sin\theta = 0 \rightarrow F_{AB} = 0$$

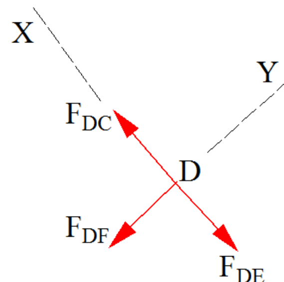
$$\sum F_X = 0 \rightarrow (0)\cos\theta + F_{AE} = 0 \rightarrow F_{AE} = 0$$



2) دوئم حالت :

قوی نه لرونکی میلی په هغه حالت کی هم پیدا کیږی کله چې ترس د D جوائنټ په څیر هندسی شکل ولری.





$$\sum F_Y = 0 \rightarrow F_{DF} = 0$$

همدارنګه $F_{CF} = 0$

مثال:4 په ښودل شوی ترس کی قوی نه لرونکی غړی پیدا کړی؟ تحلیل لپاره د جوائنټ میتود څخه استفاده وکړی .

حل:

Joint D:

$\sum F_Y = 0 \quad \rightarrow \quad F_{DC}\sin\theta = 0 \quad \rightarrow \quad F_{DC} = 0$

$\sum F_x = 0 \quad \rightarrow F_{DE} - (0)\cos\theta = 0 \quad \rightarrow \quad F_{DE} = 0$

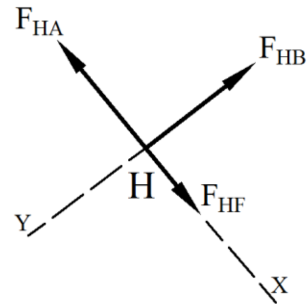
Joint E:

$\sum F_Y = 0 \quad \rightarrow \quad F_{EC} - P = 0 \quad \rightarrow \quad F_{EC} = P$

$\sum F_x = 0 \quad \rightarrow \quad -F_{EF} + 0 = 0 \quad \rightarrow \quad F_{EF} = 0$

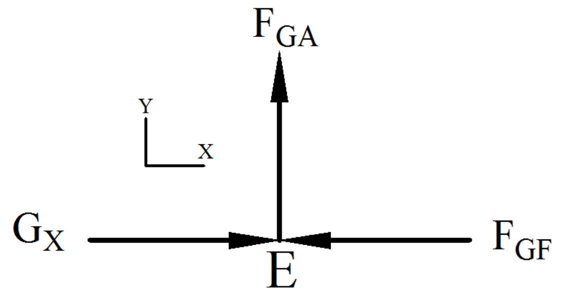
Joint H:

$\sum F_Y = 0 \quad \rightarrow \quad F_{HB} = 0 \quad \rightarrow \quad F_{HB} = 0$



Joint G:

$\sum F_Y = 0 \quad \rightarrow \quad F_{GA} = 0 \quad \rightarrow \quad F_{GA} = 0$



Zero force Members قوی نه لرونکی غړی

GA, HB, EF, DE, and DC

(د ترسونو تحلیل لپاره د قطعي طریقه)

Analysis of truss using method of section

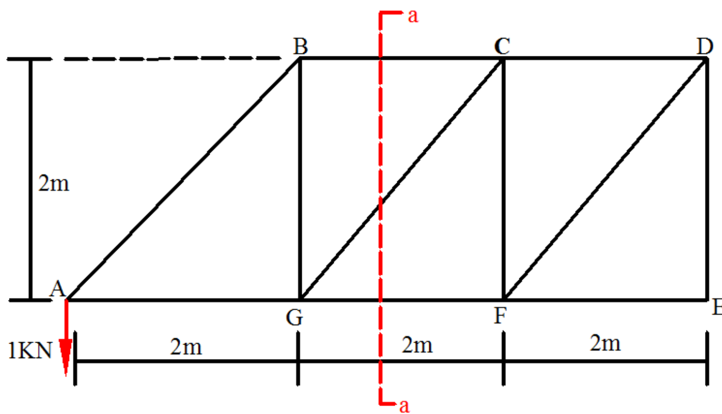
که چیری د ترسونو په یو څو مشخصو میلو کی داخلی قوی پیدا کول مطلوب وی په داسی حال کی د قطعي طریقه ډیر مناسب او چټک نتائج ورکوی .

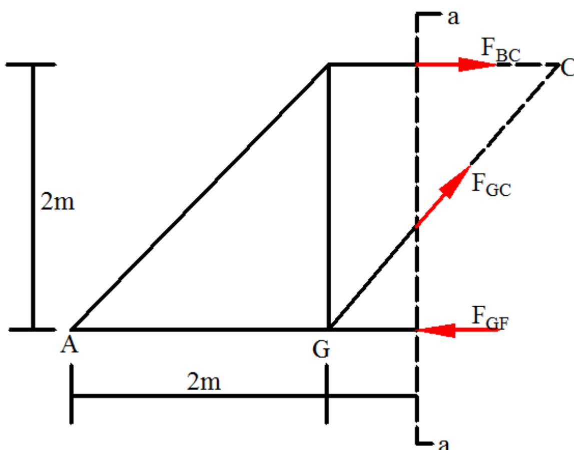
په نوموړی میتود کی یو فرضی خط (قطعي) د ترس څخه تیریګی او ترس په دوو برخو وویشل کیږی او هری برخی لپاره تعادل په پام کی نیولو سره نامعلومی قوی محاسبه کیږی.

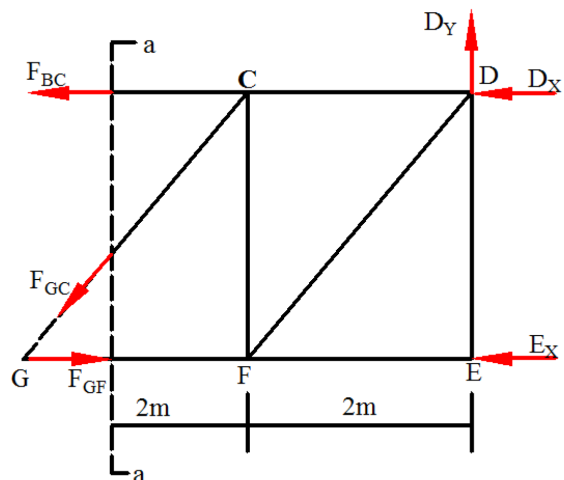
د قطعې اخیستو کی بائد ډیر دقت څخه کار واخیستل شی او له داسی ځی قطع واخیستل شی چی له دری نامعلومو میلو څخه پکی زیاتي میلی غوڅی نه شی .

بیلګه :

که چیری د ترس په GC میله کی قوه پیدا کول غواړو بائد د BC او GF ترمنځ قطع (a-a) واخلوځکه د دوه نامعلومی قوی لرونکی میلی غوڅوی . د هری میلی قوه به د هغه میلی په محور عمل کوی .

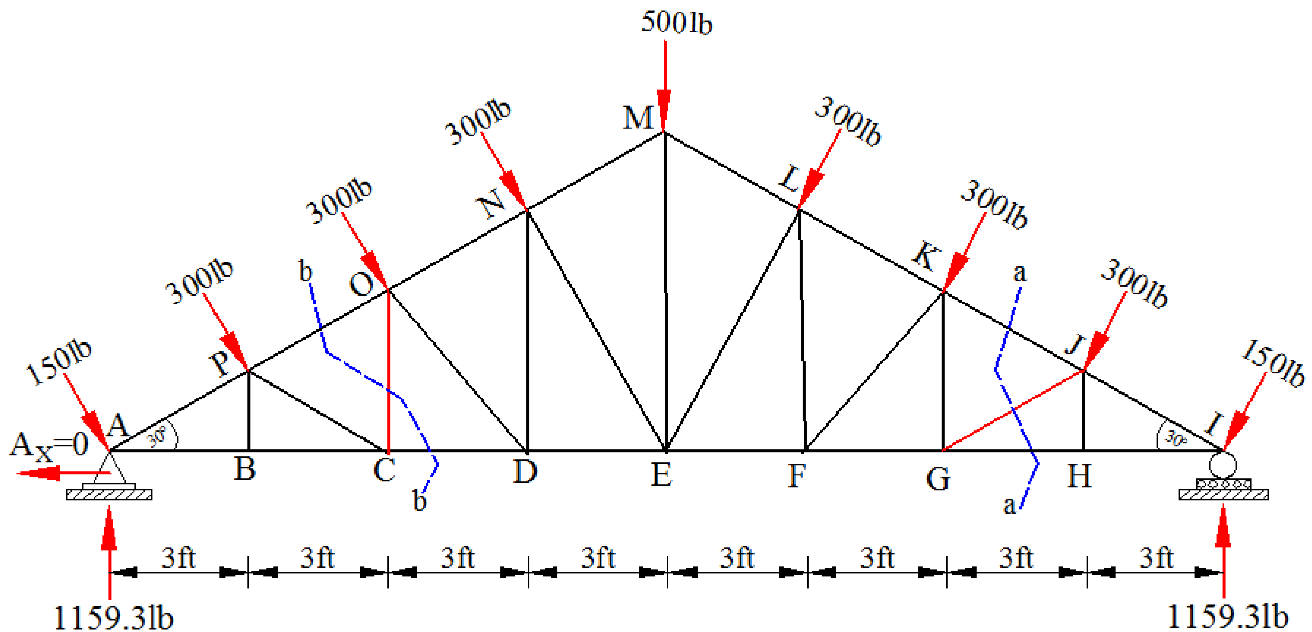








مثال1: په انځور کې د ښودل شوی ترس په GJ او CO غړیو کې قوې محاسبه کړې او وښائي کوم یو په کشش یا فشار کې واقع دی .اتکائي عبرګونونه محاسبه شوې دی. نور معلومات په لاندې ډول دی.



حل:

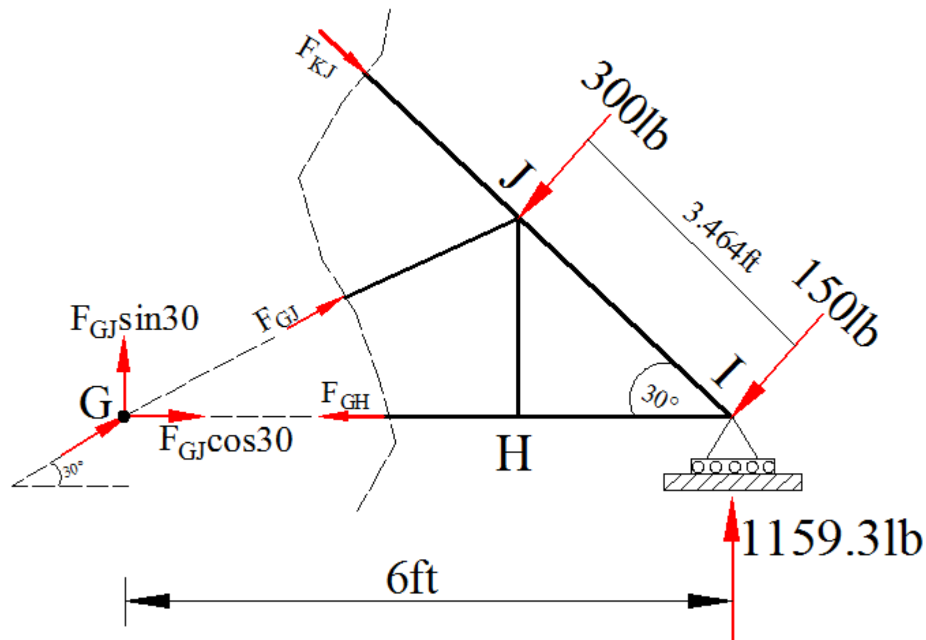
په GJ غړي کې داخلي قوه پیدا کولو لپاره a-a قطع په پام کې نیسو .د نوموړې قطعې بنې اړخ لاندې ښودل شوی دی .

$\sum M_I = 0 \rightarrow \quad 6F_{GJ}\sin30 \;-\; (300*3.464) \;=0$

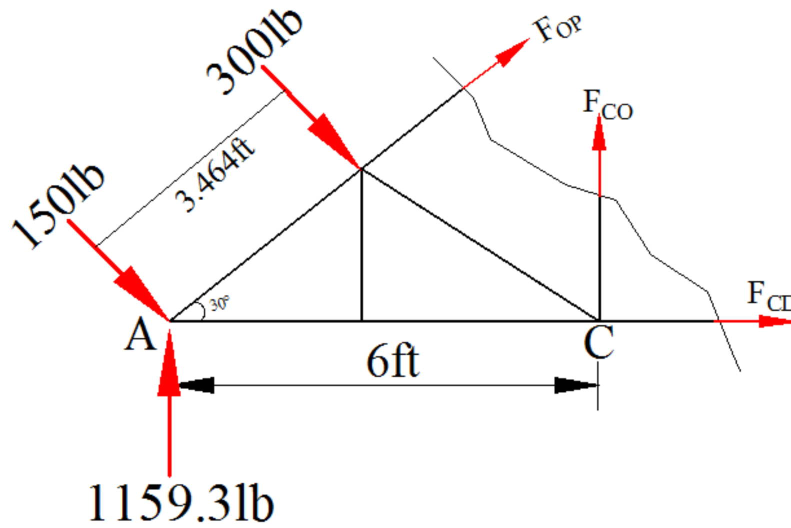
$6F_{GJ}\sin30 - (300*3.464) \;=0$

$$F_{GJ} = \frac{300*3.464}{6\sin30}$$

F_{GJ} = 346 lb (compression)



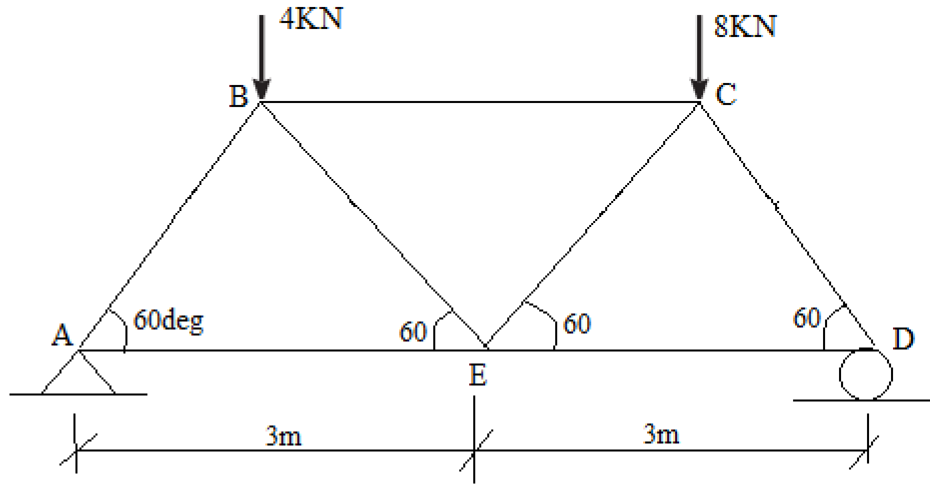
په CO غړی کی داخلی قوه پیدا کولو لپاره b-b قطع په پام کی نیسو .



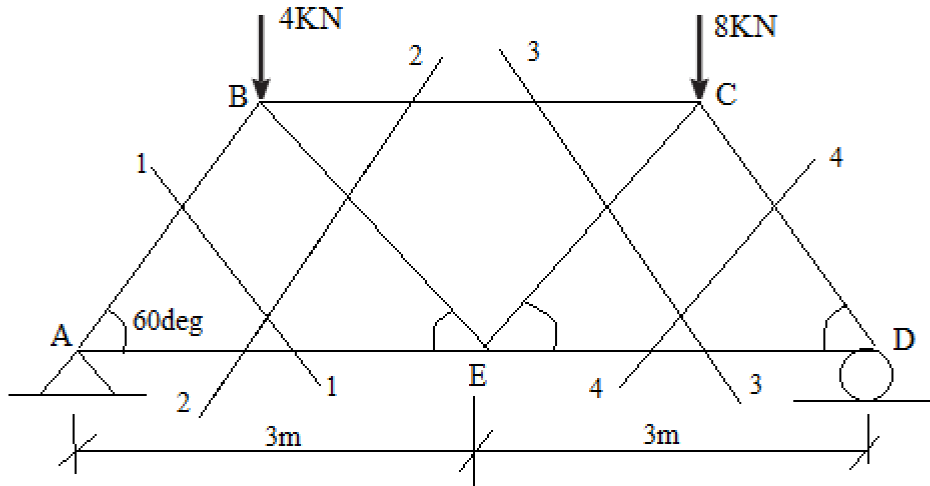
$\sum M_A = 0 \rightarrow 6F_{CO} + (300*3.464) = 0$

F_{CO} = 173 lb (Tension)

مثال2: د لاندې ورکړ شوې ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړئ ؟



حل: اتکایز عکس العملونه پیدا کوو. (Support Reactions)



$\sum M_D = 0$

$12R_A - (4x4.5) - (8x1.5) = 0 \rightarrow R_A = 5\ KN$

$\sum F_y = 0$

$5 + R_D - 8 - 4 = 0 \qquad \rightarrow \quad R_D = 7KN$

سکشن 1-1

$\sum F_y=0$

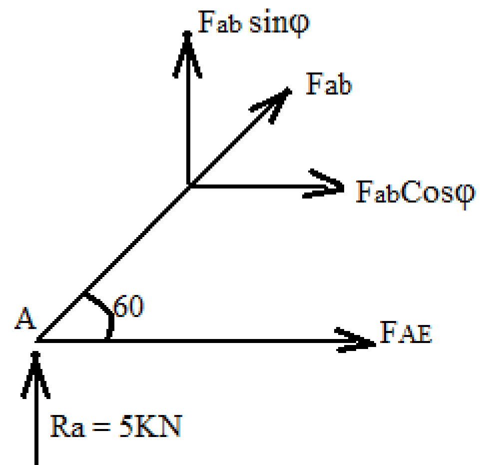
$F_{AB}Sin60 + 5 = 0$

$F_{AB} = -5.77KN$

$\sum F_x=0$

$(-5.77) \cos60 + F_{AE} = 0$

$F_{AE} = 2.88KN$



سکشن 4 -4

$\sum F_y=0$

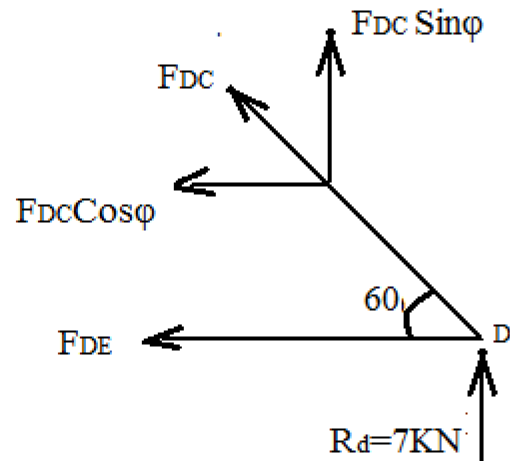
$F_{DC}Sin60 + 7 = 0$

$F_{DC} = -8.08KN$

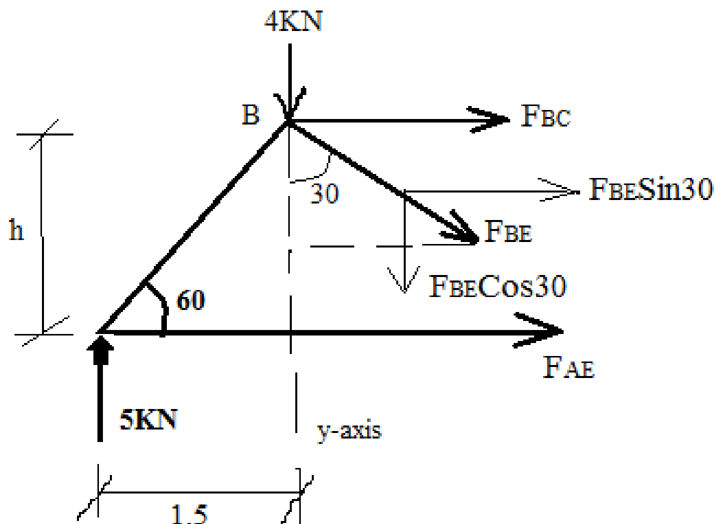
$\sum F_x=0$

$(-8.08) \cos60 + F_{DE} = 0$

$F_{DE} = 4.04KN$



سکشن 2 -2



$$\tan\varphi = \frac{h}{1.5}$$

$h = \tan60\ (1.5)$

$h=2.6m$

$\sum F_y=0$

$5 - 4 - F_{BE}Cos30 = 0$

$F_{BE} = 1.15KN$

$\sum M_A=0$

$(4x1.5) + (1.15cos30 \times 1.5) + (1.15sin30 \times 2.6) + 2.6F_{BC} = 0$

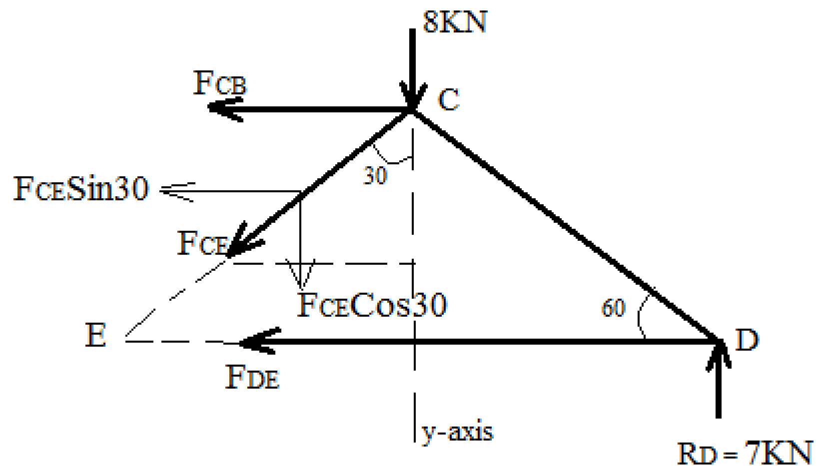
$F_{BC} = -3.5KN$

$\sum F_x=0$

$F_{AE} + (1.15sin30) - 3.5 = 0$

$F_{AE} = 2.9KN$

سکشن 3 -3



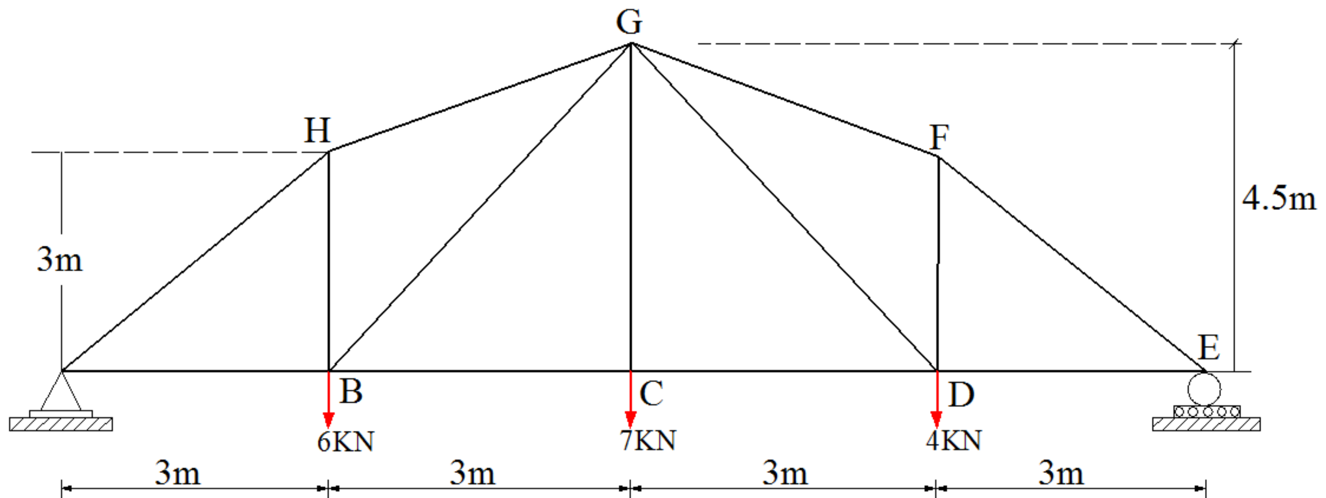
$\sum F_y=0$

$7 - 8 - F_{CE}Cos30 = 0$

$F_{CE} = -1.15KN$

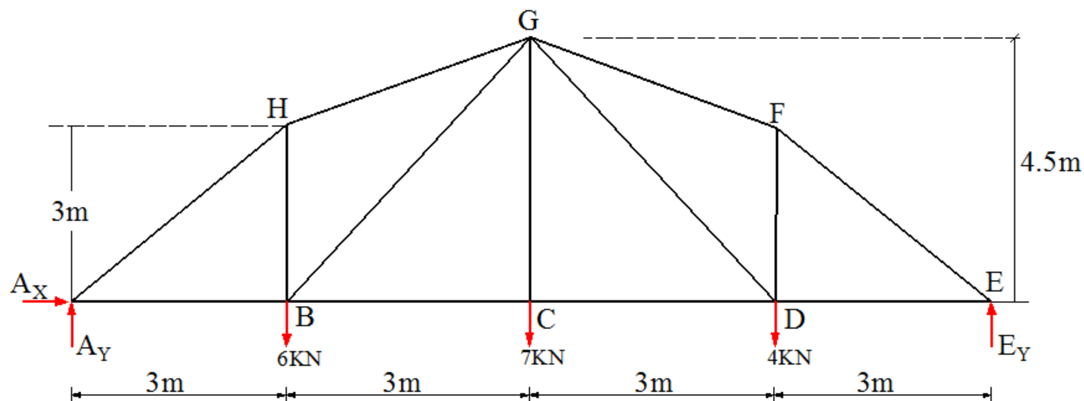
عناصر	قوی	ډولونه
AB	5.77	فشار
AE	2.88	کشش
BC	3.5	فشار
BE	1.15	کشش
DE	4.04	کشش
DC	8.08	فشار
CE	1.15	فشار

مثال:3 د ورکړ شوي ترس په HG,BG او BC میلو کې داخلی قوي محاسبه کړي او وښايي کومه برخه په کشش يا فشار کې واقع ده ؟(سکشن میتود څخه په استفاده)



حل:

1) اتکائی عکس العملونه پیدا کوو



$\sum M_E=0$

$12A_Y - (6*9) - (7*6) - (4*3) = 0 \rightarrow A_Y = 9KN$

$\sum F_Y=0$

$9 + E_Y - 6 - 7 - 4 = 0 \qquad \rightarrow EY = 8KN$

$\sum F_X=0$

$A_X = 0$

Method of Section:

$\sum M_G=0$

F_{BC} (4.5) + (6*3) – (9*6) = 0

F_{BC} = 8KN (T)

$\sum M_B=0$

$F_{HG}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)(6) - (9*3) = 0$

F_{HG}=10.1KN (C)

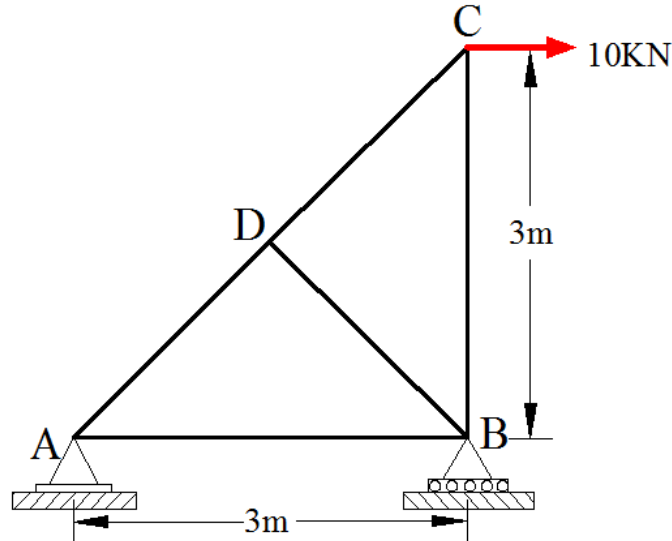
$\sum M_o=0$

$F_{BG}\left(\frac{1.5}{\sqrt{3.25}}\right)(6) + (9*3) – (6*6) = 0$

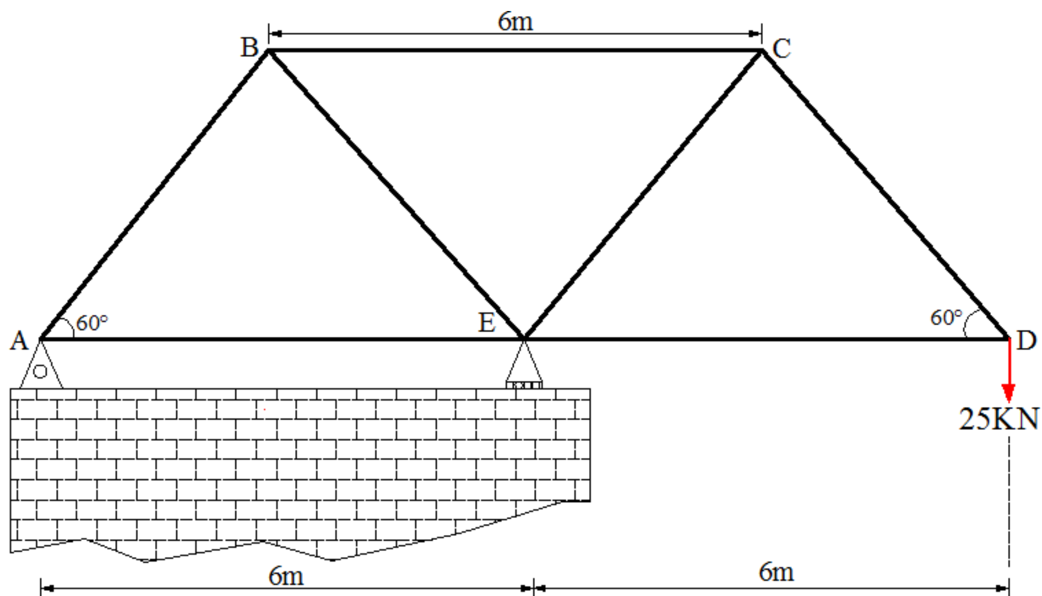
F_{BG} = 1.8KN (T)

تمرين (Exercise)

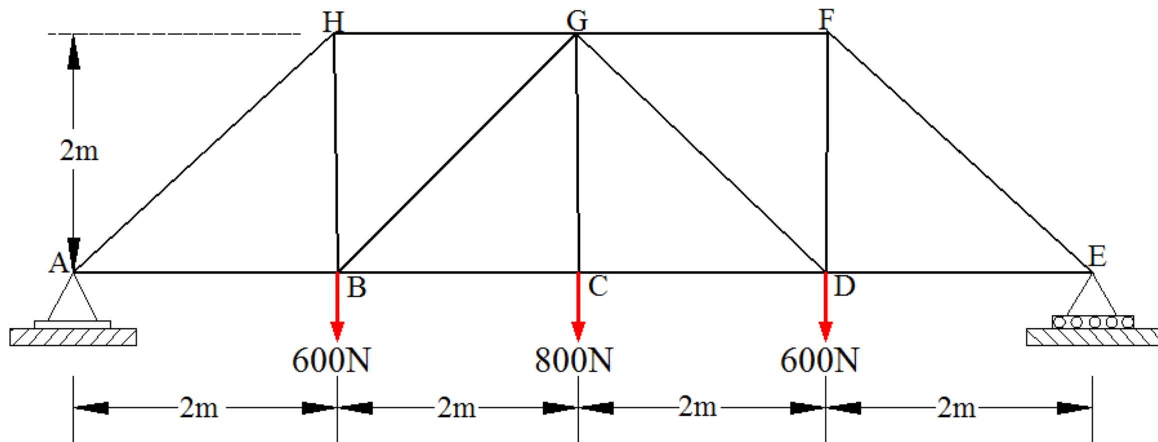
1) د لاندې ورکړ شوې ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړئ ؟او وښائی چې په کشش کې واقع دي او که فشار؟ (د غوټو طریقه)



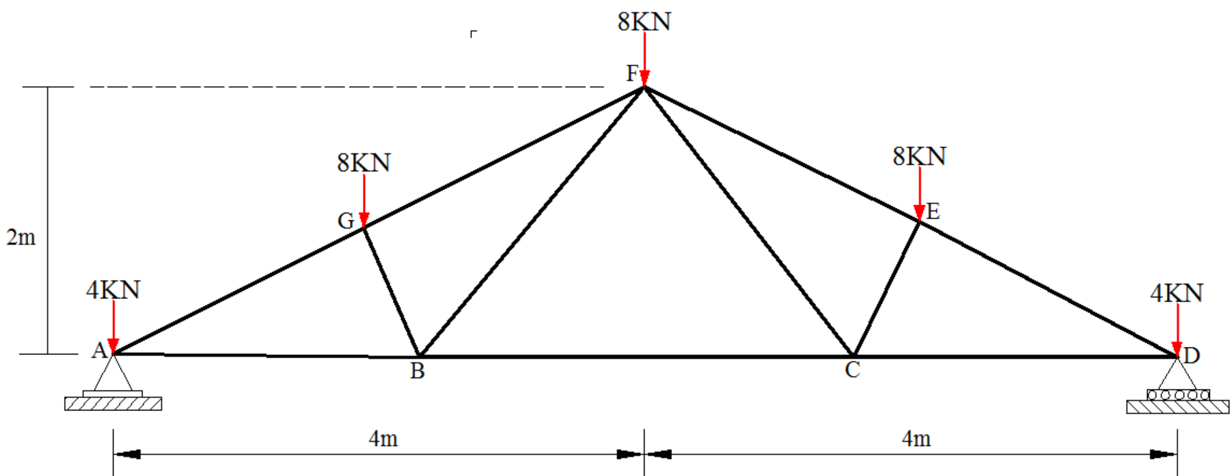
2) د لاندې ورکړ شوې ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړئ ؟او وښائی کوم غړي ئې په کشش یا فشار کې واقع دي ؟ (د غوټو طریقه)



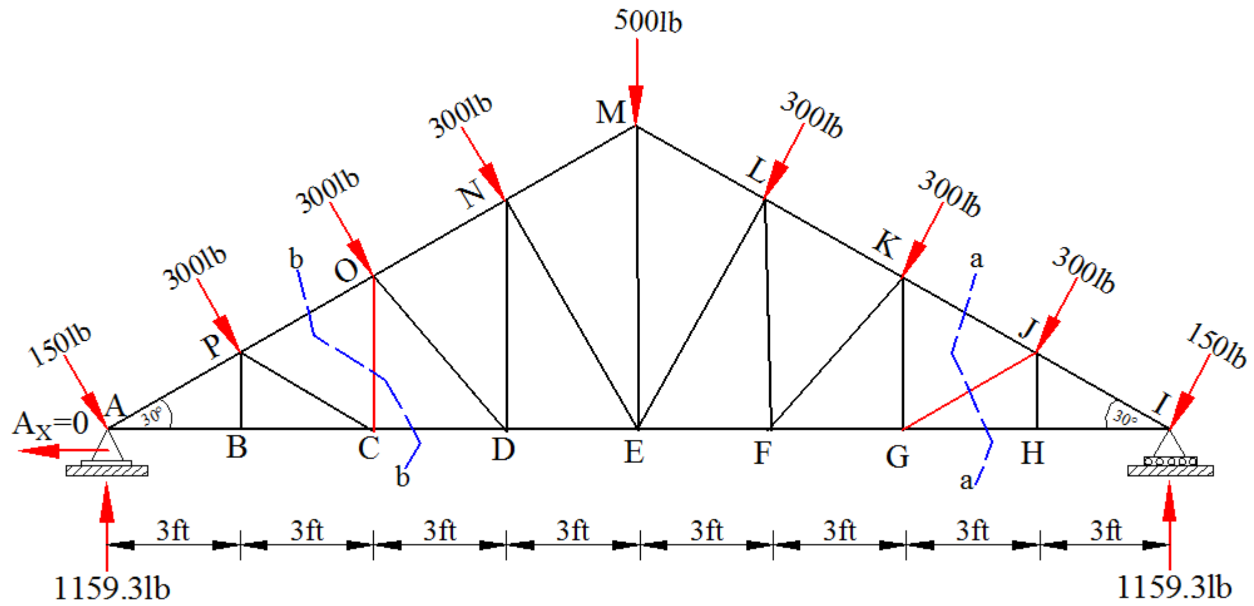
3) د لاندې ورکړ شوي ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړی ؟او وښائی کوم غړې ئی په کشش یا فشار کې واقع دې ؟ (د غوټو طریقه)



4) د لاندې ورکړ شوي ترس په ټولو میلو کې داخلي قوې محاسبه کړی ؟او وښائی کوم غړې ئی په کشش یا فشار کې واقع دې ؟ (د غوټو طریقه) AG=GF=FE=ED



5) په شکل کی د ښودل شوی ترس په OD او KF غړیو کی قوی محاسبه کړی او وښائی کوم یو په کشش یا فشار کی واقع دی .اتکائی غبرګونونه محاسبه شوی دی.
نور معلومات په لاندی ډول دی.



اتم څپرکی

Methods of deflection

په دی فصل کی د مختلفو ګاډرونو د اتکاګانو یا اتکاګانو ترمینځ په یوه نقطه کی د ناستی (deflection) او میلان (Slope) په اړه بحث کوو .

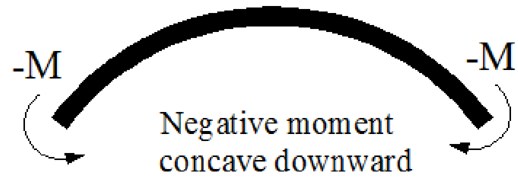
دا ډول ستونځی (deflection and slope) په ساختمانونو کی د بارونو له امله او یا هم د تودوخی تغیراتو له مله رامینځ ته کیږی او ساختمانونه د ویجاړتیا سره مخامخ کوی.د ساختمانونو استواری (stability) او دوام لپاره بائد د دی ډول ستونځو مخنیوی وشی او د ډیزائن په وخت کی deflection او slope ته خاص پاملرنه وشی .ناسته د ساختمانونو په موادو لکه کانکریټ، پلستر او خښتو کی درزونه پیدا کوی او ساختمان دائمی ستونځو سره مخامخ کوی .همدارنګه یو ساختمان بائد دومره لړزه ونکی چی اوسیدونکی ئی ناارامی محسوس کی .کومه ناسته چی په دی فصل کی تر څیړنی لاندی نیول کیږی فقط هغه ساختمانونو لپاره د استعمال وړ ده کوم چی ارتجاعی خاصیت لرونکی وی یعنی د خارجی عامل په لګیدو سره پیدا شوی تغیرات له مینځه ځی او ساختمان خپل اصلی حالت ته واپس کیږی که چیری نومړی بارونه تری لری کړی شی.په دقت سره یی که وګورو ناسته په ساختمان کی د داخلی زورونو لکه نارملی قوه ، عرضی قوه ، او د کوږوالی مومنټ له امله پیدا کیږی خو په ګاډرونو او چوکاټونو کی زیاتره وخت د کوږوالی مومنټ له امله رامینځ ته کیږی همدارنګه په ترسونو کی داخلی محوری قوی د ساختمان د کوږوالی او ناستی لامل کرځي.

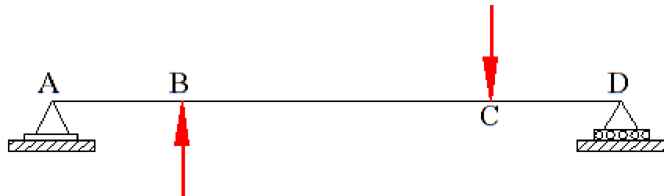
مخکی له دی چی د ساختمان په یوه نقطه کی میلان یا ناسته پیداکړو لومړی بائد د ساختمان کوږشوی شکل وکاږو او تحلیل لپاره تری استفاده وکو دا کوږ شوی شکل دارتجاعی کوږوالی خط (Elastic curve) په نامه یادیږی او د مقطع د مرکزی نقطی تغیر شوی ځائی ښائی.

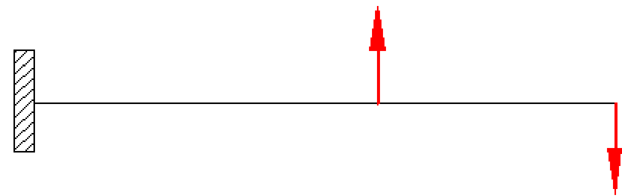
کولی شود انحنائی مومنټ دیاګرام څخه په استفاده ډیر په اسانۍ سره د یو ګاډر ارتجاعی کوږوالی خط (Elastic curve) وکاږو.

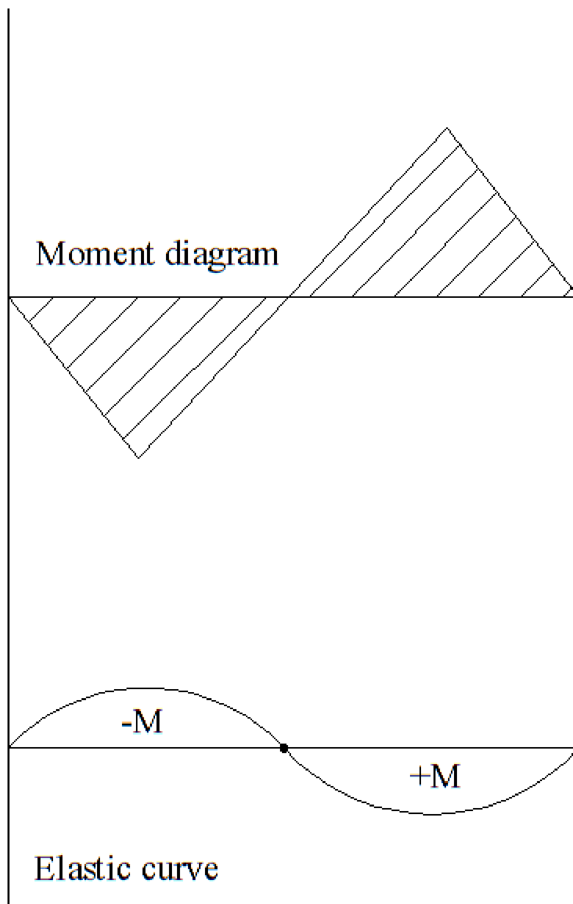


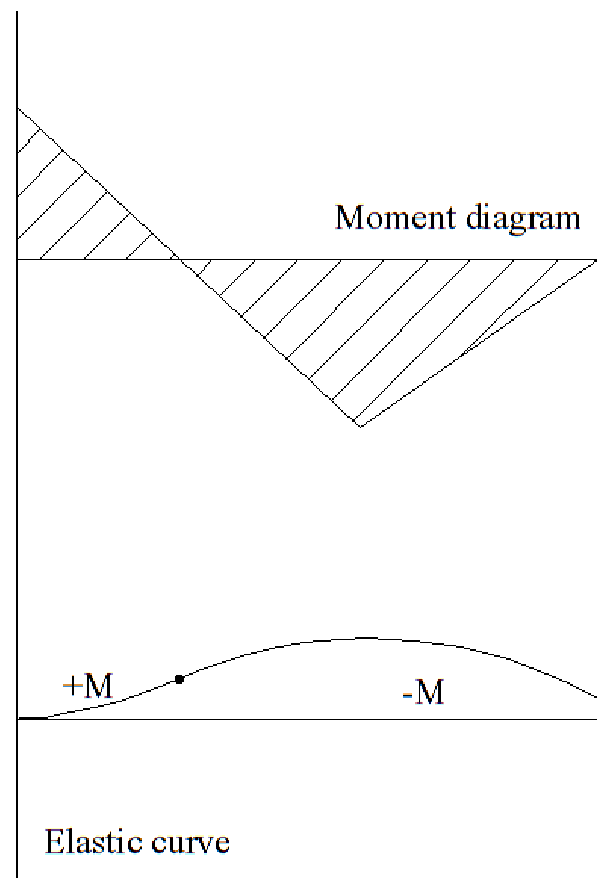
positive moment
concave upward



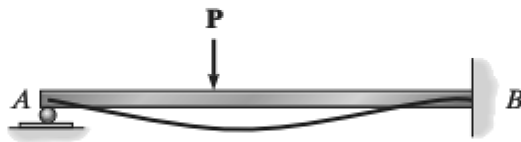


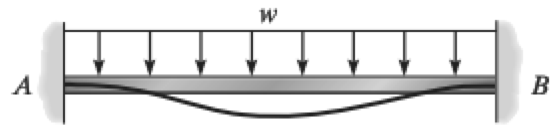


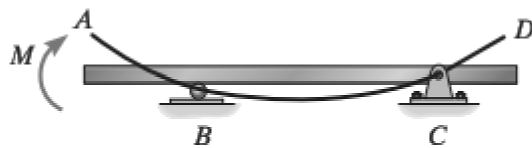


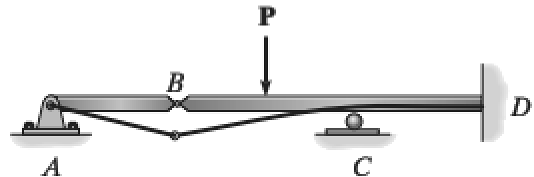


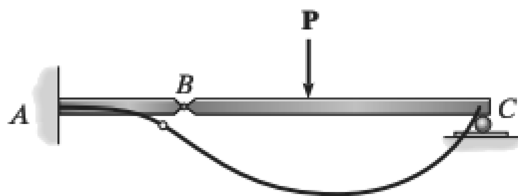
The deflected shapes (elastic curve) of some of the Beams are given below.

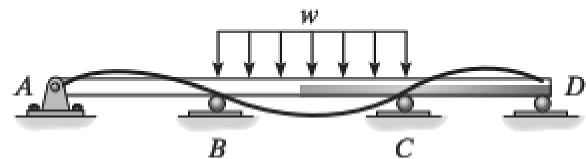




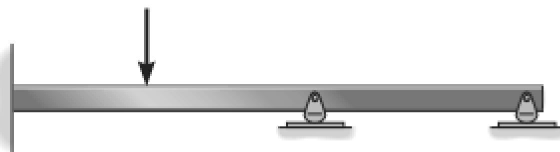


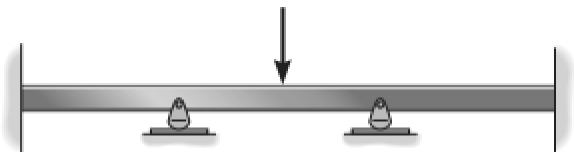


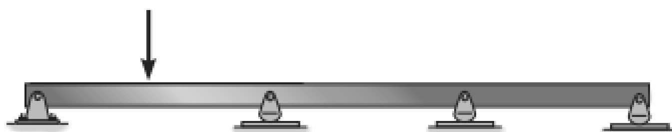


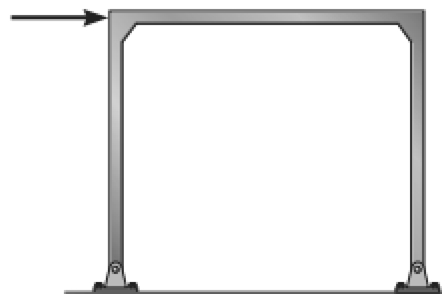


Draw the elastic curve of following Beams??









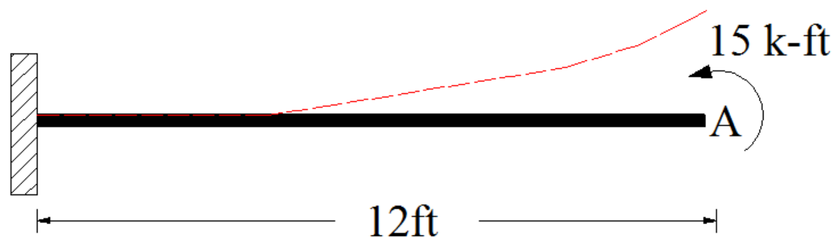
(Double integration Method for Deflection)

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

د پورتنۍ معادلې يو ځل انتيګرال نيولو سره ميلان (θ) لپاره رابطه جوړيږي او دوئم ځل انتيګرال نيولو سره ناسته (Δ) لپاره رابطه لاس ته راځي.

مثال:1 د لاندې ورکړ شوي ګاډر په A نقطه کې د θ او Δ قيمتونه پيدا کړئ. د ارتجاعيت موډل او انرشيائي مومنټ په لاندې ډول دي.

I=16.4 in^4 ،   E=29 x 10^3ksi



حل:

$$EI\frac{d^2v}{dx^2} = M \ldots\ldots\ldots (1)$$

First integration:

$$EI\frac{d^2v}{dx^2} = M \gg EI\int\frac{d^2v}{dx^2}\,dx = \int M.dx \gg EI\frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \gg EI\frac{dv}{dx} = Mx + C_1$$

$$EI\frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \ldots\ldots\ldots (1)$$

Second integration:

$$EI\frac{dv}{dx} = Mx + C_1 \gg EI\int \frac{dv}{dx}\,dx = \int (Mx + C_1)dx \gg EI.v = \frac{Mx^2}{2} + C_1x + C_2$$

$$EI.v = \frac{Mx^2}{2} + C_1x + C_2 \ldots\ldots(2)$$

When x=0 then $\frac{dv}{dx} = 0$ and $v = 0$ and $C_1 = C_2 = 0$

$$EI\frac{dv}{dx} = Mx$$

$$EI.v = \frac{Mx^2}{2}$$

We know that $\frac{dv}{dx} = \theta$ $\quad and\ v = \Delta$

$$\theta = \frac{Mx}{EI} \qquad\qquad \Delta = \frac{Mx^2}{EI}$$

Slope (θ):

$$\theta_A = \frac{(15*12)(12*12)}{(29*10^3)(16.4)} = 0.0545\text{rad}$$

Deflection (Δ):

$$\Delta_A = \frac{(15*12)(12*12)^2}{2(29*10^3)(16.4)} = 3.92\text{ in}$$

First Theorm:

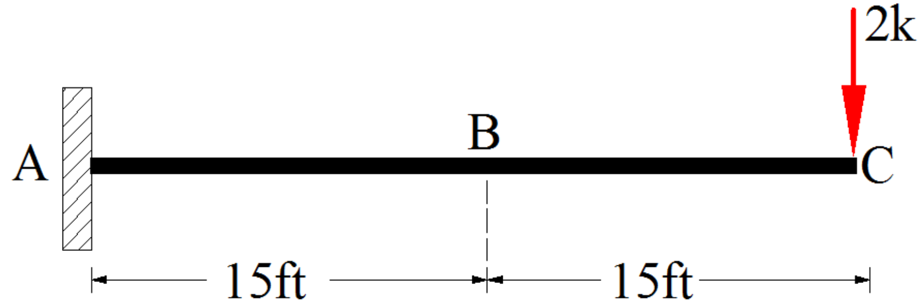
The change in slope between any two points on the elastic curve equals to the area under the M/EI diagram between these two points.

First Theorm:

The Vertical deviation of the tangent at a point (A) on the elastic curve with respect to the tangent extended from another point (B) equals the moment of the area under the M/EI diagram between the two points (A) and (B). the moment is computed about A

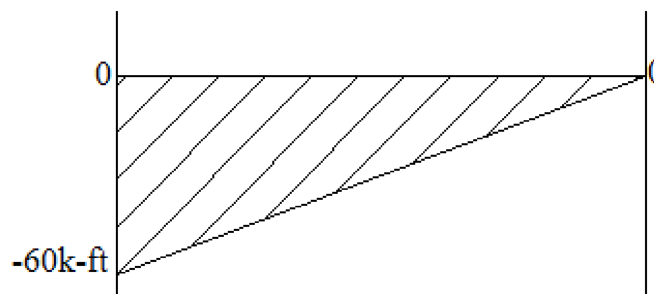
مثال:1 د لاندې ورکړ شوی ګاډر په B او C نقطه کې د θ قیمت پیدا کړی. د ارتجاعیت موډل او انرشیائی مومنټ په لاندی ډول دی.

$I=600\ in^4$ ، $E=29 \times 10^3 ksi$

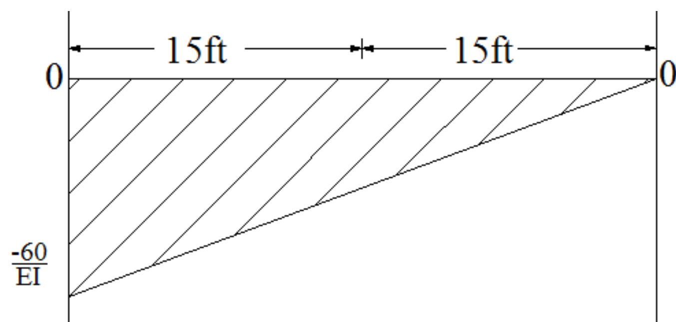


حل:

✓ مومنټ دیاګرام

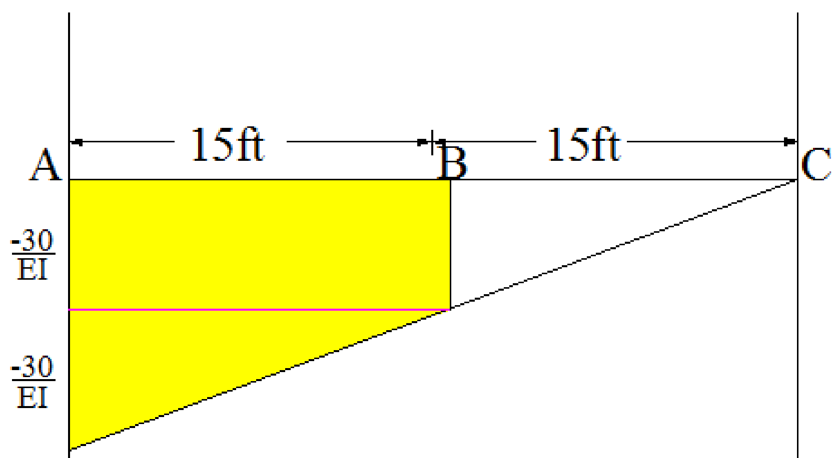


✓ $\frac{M}{EI}$ دیاګرام:



✓ Moment Area theorm

دوه نقطو تر مینځ د میلان تغیر د نوموړیو نقطو تر منځ د مساحت سره مساوی کیږی.



θ_B = B او A تر مینځ مساحت

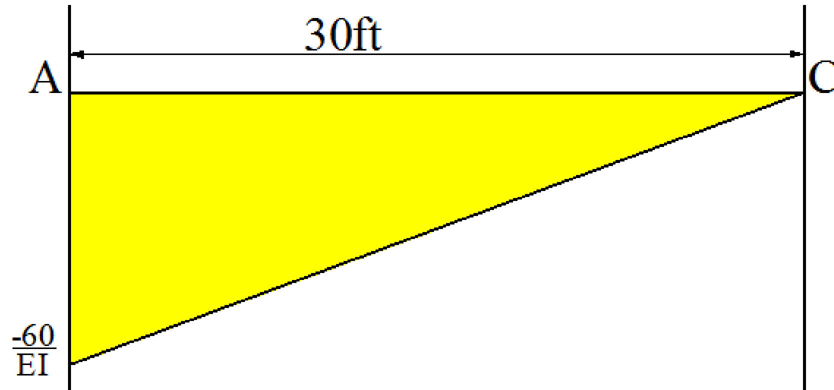
$\theta_B = -\left(\frac{30}{EI} * 15\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{30}{EI} * 15\right)$

$\theta_B = -\frac{675\ k-ft^2}{EI} \rightarrow -\frac{675\ .12*12\ k-in^2}{29*10^3*600\ k-in^2} = -0.0059rad$

θ_C = ترمینځ مساحت C او A

$\theta_C = -\frac{1}{2}(\frac{60}{EI} * 30)$

$\theta_C = -\frac{900\ k-ft^2}{EI} \rightarrow -\frac{900\ .12*12\ k-in^2}{29*10^3*600\ k-in^2} = -0.00745rad$



(Conjugate Beam Method for Deflection)

اوله قضیه (First Theorem)

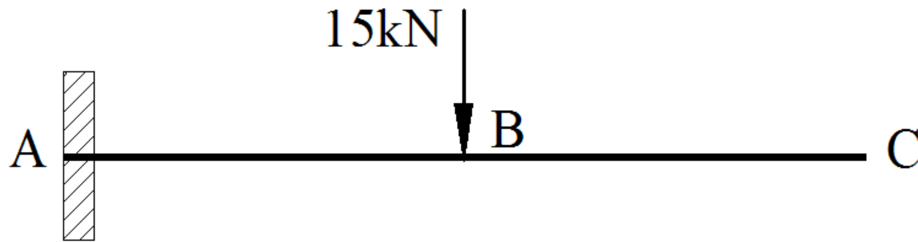
د حقیقي ګادر په یوه نقطه کې میلان (Slope, θ)د مزدوج ګاډر(conjugate beam) په همغه نقطه کی د عرضي قوي مقدار سره مساوي کیږی.

دوهمه قضیه (Second Theorem)

د حقیقي ګادر په یوه نقطه کې بدلون (Displacement, Δ) د مزدوج ګادر (conjugate beam) په همغه نقطه کی ده مومینټ مقدار سره مساوي کیږی.

نوموړی میتود مولر برسلو په کال 1865 کی اخذ کړی ده او د نورو میتودونو پرتله ډیر اسان او چټک نتائج ورکونکی ده ،د نوموړی میتود زیاتره کار د ستاتیک په اصولو ولاړ دی او همدا وجه ده چی د نورو میتودونو پرتله ئی استعمال اسان دی .

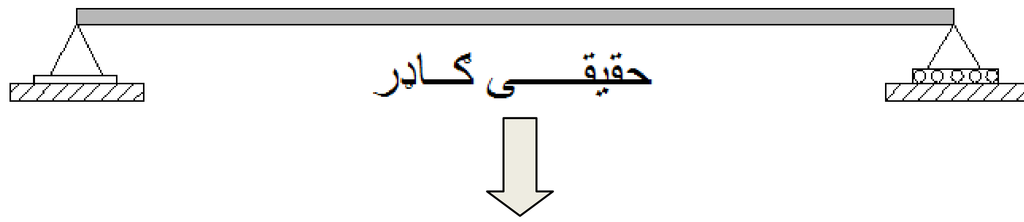
بیلګه :

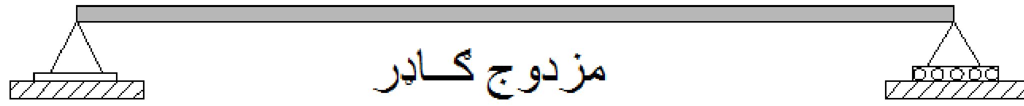


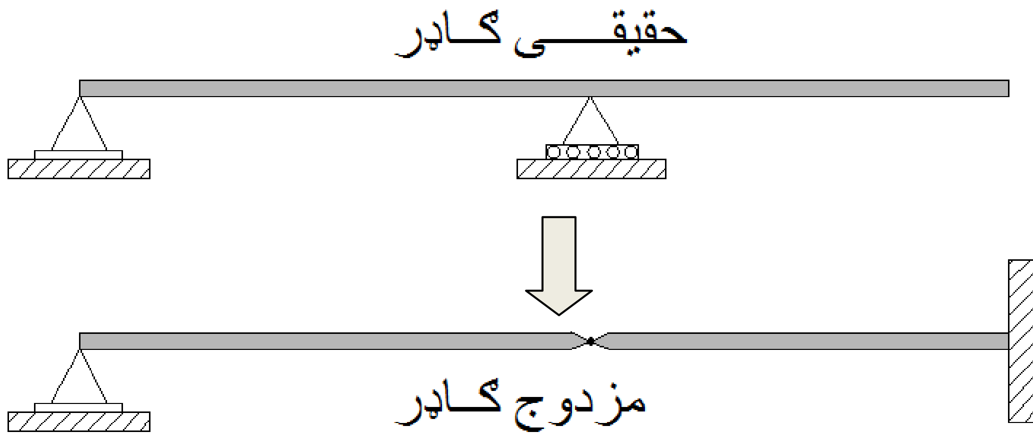
که چیری د ګاډر په C ټکی کی slope او یا هم displacement پیدا کول غواړو د قضیي مطابق په نومړی ټکی کی بائد عرضی قوه او مومنټ پیدا کو

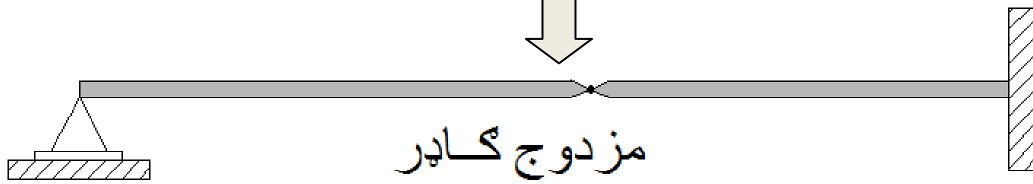
$$M_C = \Delta_C \quad \text{او} \quad \theta_C = V_C$$

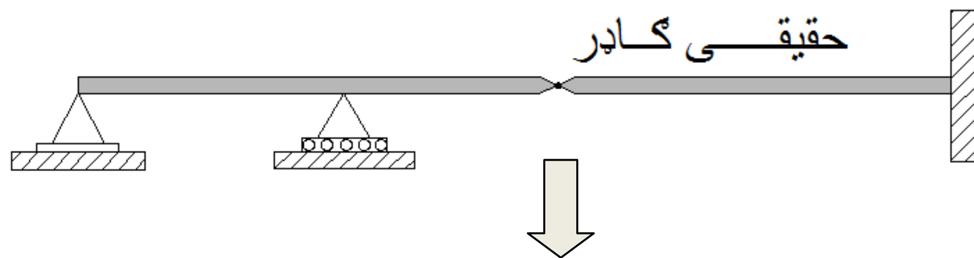
د مزدوج ګاډر اتکاګانې:

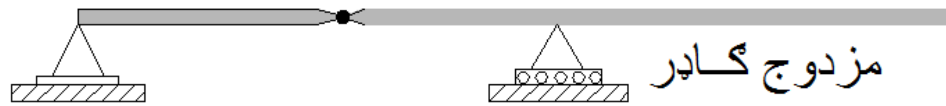








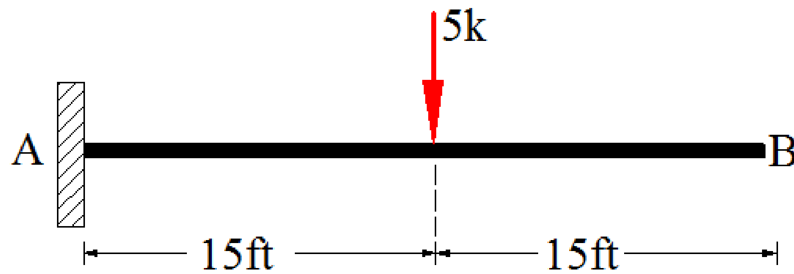




کړنلاره:

- ✓ د حقیقی ګاډر مزدوج ګاډر کاږل
- ✓ د اتکاګانو په تبدیلولو کی بائد پورته ورکړ شوی ګاډرونه په پام کی ونیول شی .
- ✓ د حقیقی ګاډر او مزدوج ګاډر طول بائد توپیر ونلری.
- ✓ که چیری د حقیقی ګاډر یوه اتکاء میلان پیدا کیدو ته اجازت ورکونکی وی بائد د مزدوج ګاډر اتکاء ئی هم د غوڅونکو قوو مخنیوی ونکی .
- ✓ که چیری د حقیقی ګاډر یوه اتکاء ناستی ته اجازه ورکونکی وی بائد د مزدوج ګاډر اتکاء ئی د مومنټ مخنیوی ونکی .
- ✓ د حقیقی ګاډر M/EI دیاګرام کاږل.
- ✓ د حقیقی ګاډر M/EI دیاګرام په مزدوج ګاډر د بار په حیث اینبودل کیږی او د فرضیږی چی منظم ویشلی بار دی ،که چیری M/EI دیاګرام مثبت وی د قوو جهت پورته طرف ته اخیستل کیږی او که منفی وی د قوو جهت د ګاډر څخه لاندی طرف ته اخیستل کیږی .
- ✓ د تعادل معادلو په استعمال کولی شو په مزدوج ګاډر کی مومنټ ، عرضی قوه او اتکائی عکس العملونه محاسبه کړو
- ✓ په کومه ځی کی چی سلوپ یا دیفلیکشن پیدا کول مطلوب وی په هغه ځی کی قطع اخیستل کیږی

مثال:1 ورکړ شوي بیم په **B** نقطه کې ناسته ($displacement, \Delta_B$)، او میلان ($slope, \theta_B$) پیدا کړي.

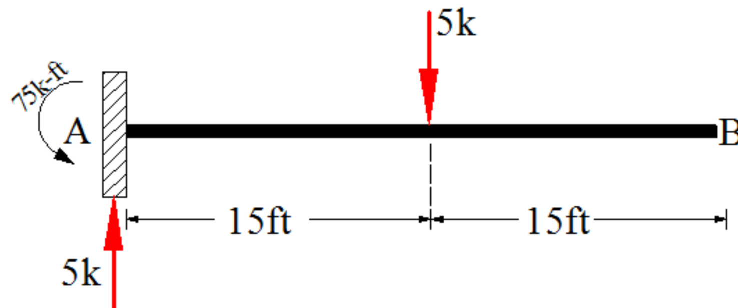


حل:

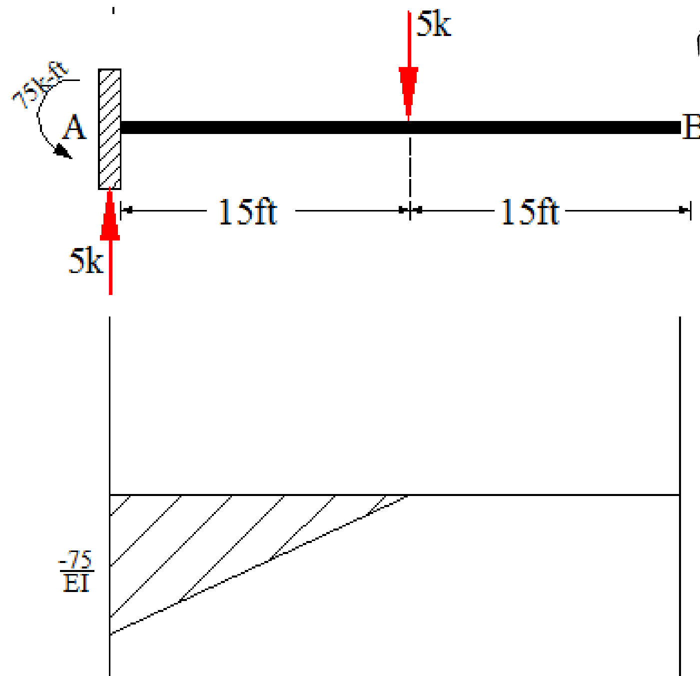
1) اتکائی عکس العمل او مومنټ

$R_A = 5k$

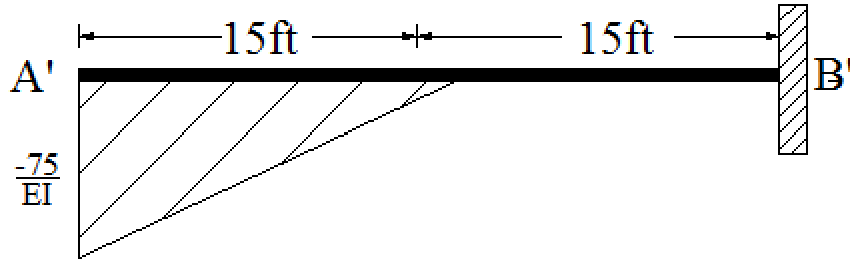
$M_A = 75k\text{-}ft$



2) M/EI دیاګرام

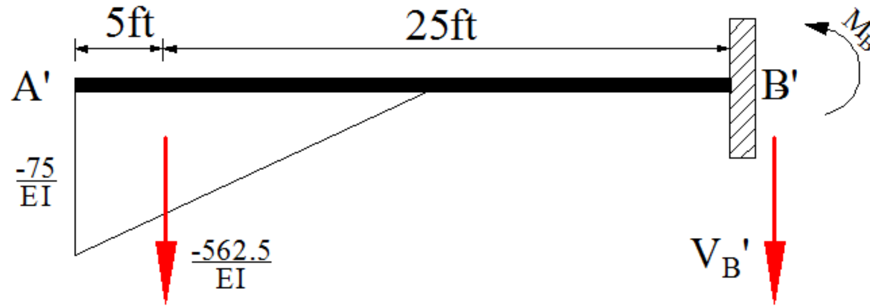


3) مزدوج ګاډر (Conjugate Beam)



4، تعادل (Equilibrium)

θ_B لپاره بائد $V_B^{/}$ او Δ_B لپاره $M_B^{/}$ پیدا کو.



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow \ - \frac{562.5\ k{-}ft^2}{EI} - V_B^{/} = 0$$

$$\theta_B = V_B^{/} = - \frac{562.5\ k{-}ft^2}{EI} = \frac{562.5*12*12\ k{-}in^2}{29*10^3*800k{-}in^2} = -0.00349rad$$

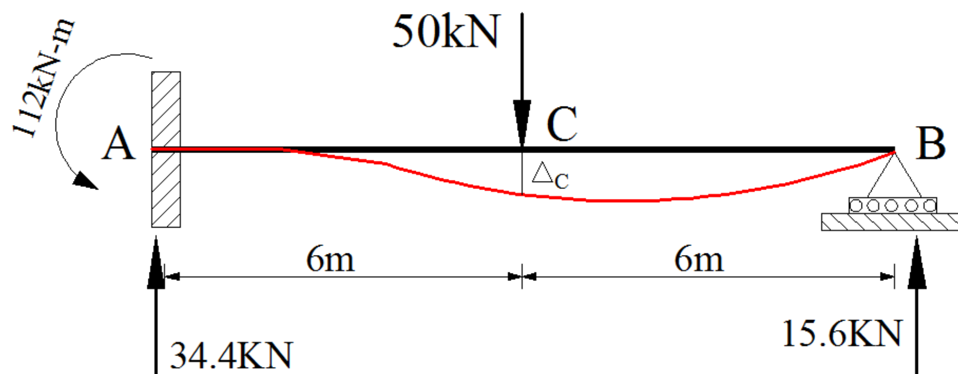
$\theta_B = -0.00349rad$

$$\sum M_B^{/} = 0 \ \rightarrow \ \left(\frac{562.5\ k{-}ft^2}{EI} * 25\right) + M_{B/}$$

$$\Delta_B = M_B^{/} = -\frac{14062.5\ k{-}ft^3}{EI} = -\frac{14062.5*12*12*12\ k{-}in^3}{29*10^3*800\ k{-}in^2} = -1.05in$$

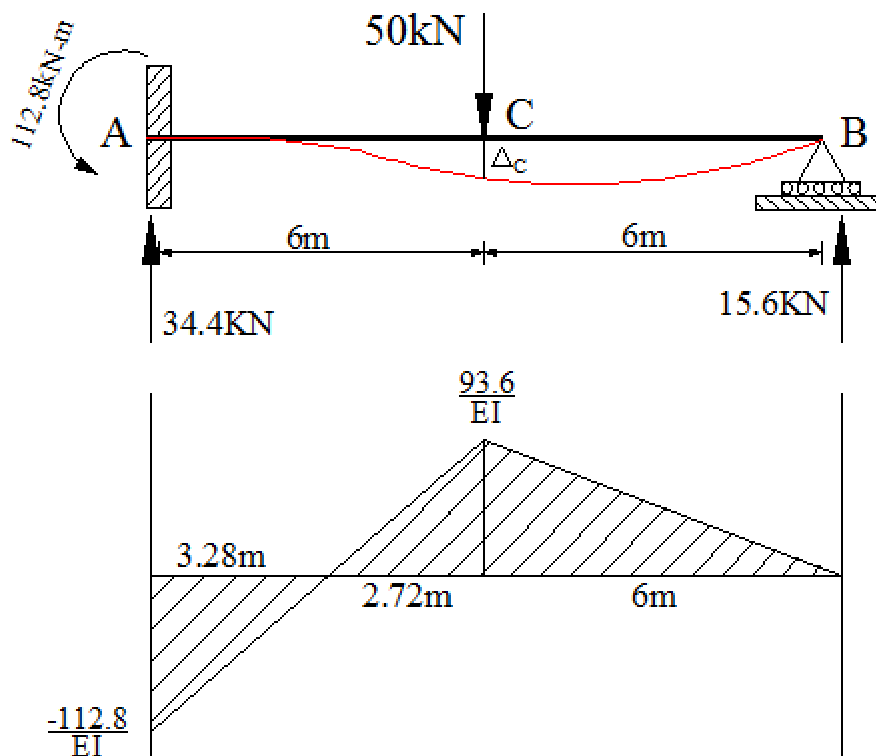
$\Delta_B = -1.05in$

مثال:2 د ورکړ شوي ګادر په C نقطه کی ($displacement, \Delta_c$) پیدا کړي.؟ د EI قیمت ثابت دی

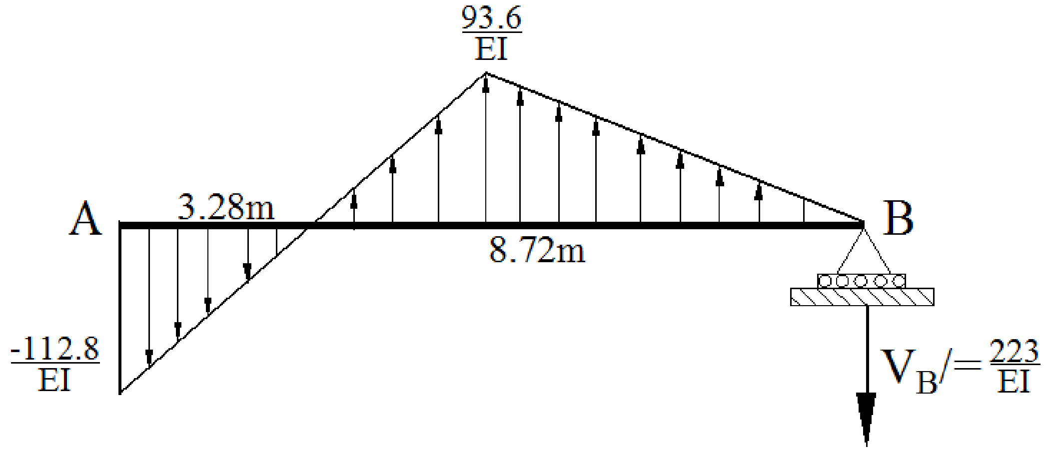


حل:

1) M/EI دیاګرام



2) مزدوج گاډر (Conjugate Beam)

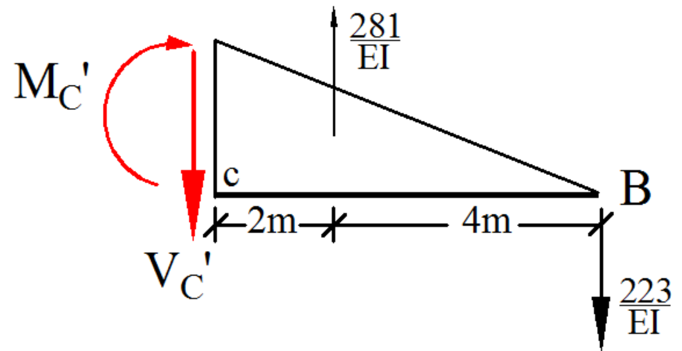


$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -\left(\frac{112.8*3.28}{2EI}\right) + \left(\frac{93.6*8.72}{2EI}\right) - V_B^{/} = 0$$

$$V_B^{/} = \frac{223}{EI}$$

3) تعادل (Equilibrium)

په C نقطه کی ناسته (Δ_C) پیدا کولو لپاره باېد د قضیي مطابق په نومورې نقطه کی مومنټ محاسبه کو. یعنی $M_C^{/} = \Delta_C$ په C نقطه کی مومنټ پیداکولو لپاره قطع اخلو.

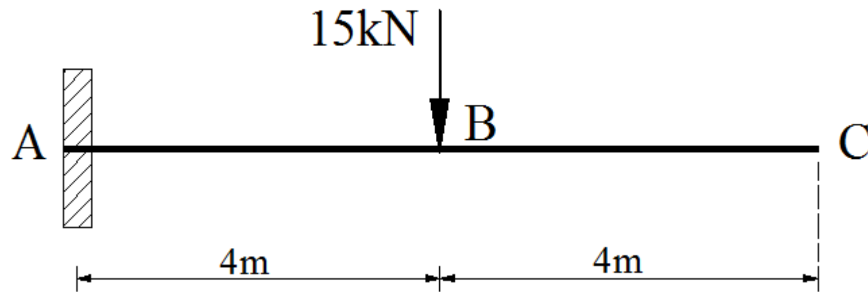


$$\sum M_C = 0$$

$$\left(\frac{223}{EI} * 6\right) - \left(\frac{281}{EI} * 2\right) + M_C^{/} = 0$$

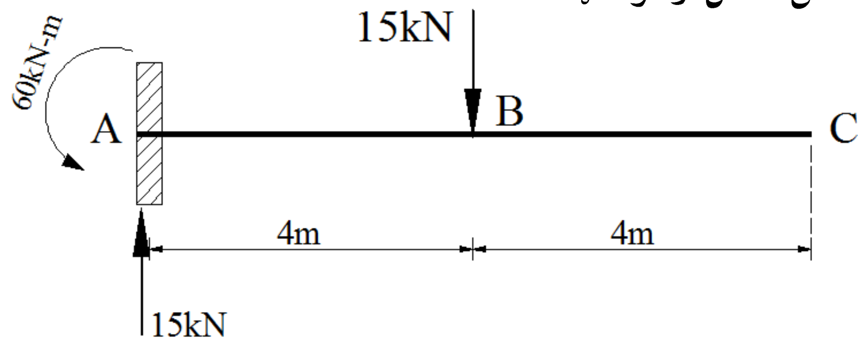
$$M_C^{/} = \Delta_C = -\frac{776}{EI} \text{ (downward)}$$

مثال:3 د ورکړ شوي ګادر کې په B نقطه کی میلان (slope, θ_B) او اعظمي بدلون (maximum displacement, Δ) پیدا کړي. $E=29*10^3$Ksi او $I=500in^4$

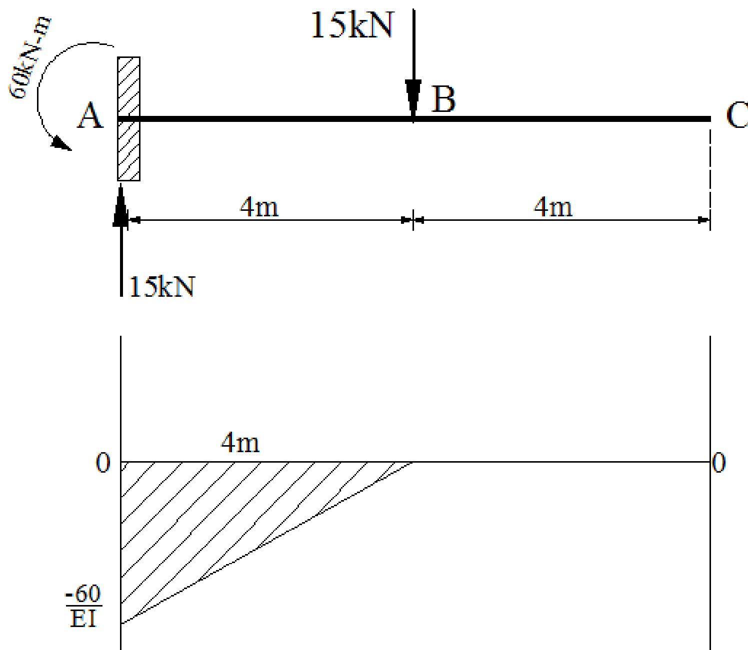


حل:

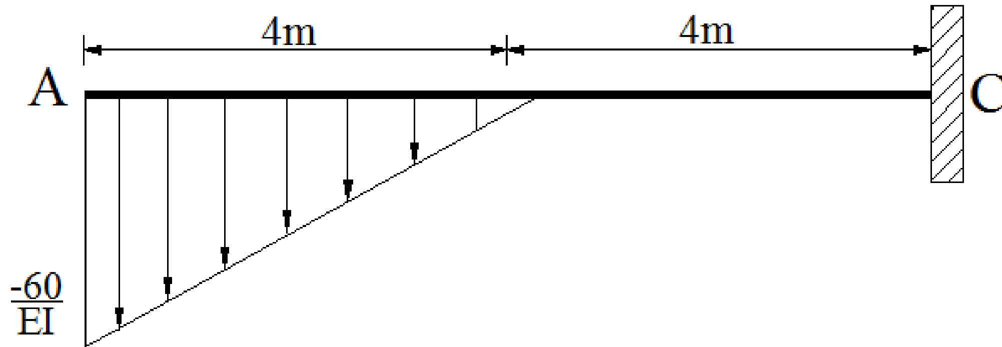
1) اتکائی عکس العمل او مومنټ



2) M/EI دیاګرام

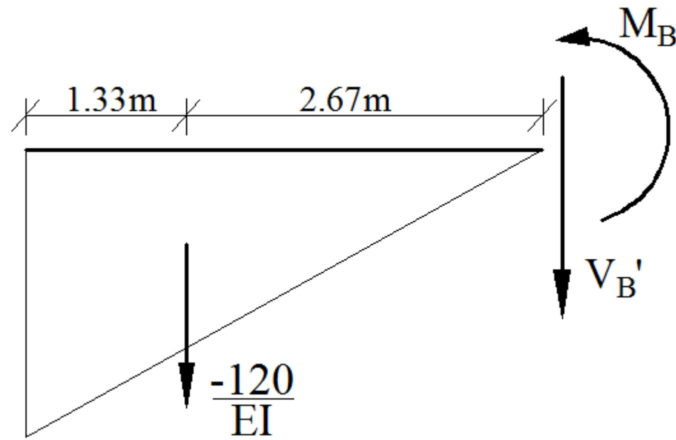


3) مزدوج گاډر (Comjugate Beam)



4) تعادل (Equilibrium)

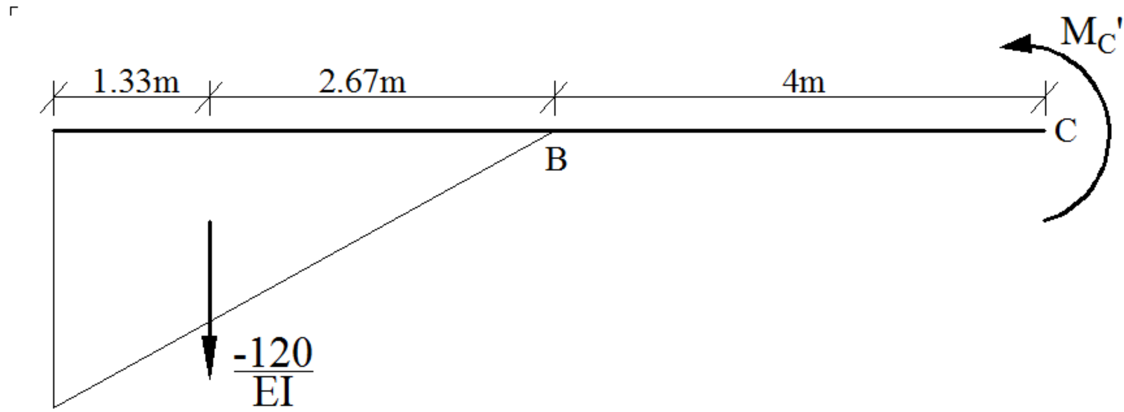
په B نقطه کی ناسته (Δ_B) پیدا کولو لپاره باید د قضیي مطابق په نوموړی نقطه کی مومنټ او میلان لپاره عرضی قوه محاسبه کو. یعنی $M_B^{/}$ = Δ_B او $\theta_B = V_B^{/}$



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -\left(\frac{120}{EI}\right) - V_B^{/} = 0$$

$$V_B^{/} = \theta_B = -\frac{120*12*12\ k-in^2}{29*10^3*500\ k-in^2} = -\ 0.0012 rad$$

پوهیږو چي اعظمی Dislacment په C نقطه کی پیدا کیږی .



$\sum M_C = 0$

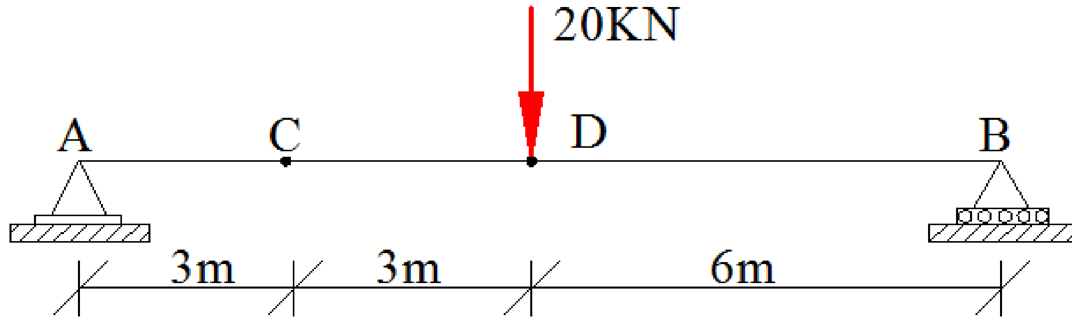
$- \left(\frac{120}{EI} * 6.67 \right) - M_C^{/} = 0$

$M_C^{/} = \Delta_C = - \frac{800.4}{EI} = - \frac{800.4*12*12*12 \text{ k}-\text{in}^3}{29*10^3*500 \text{ k}-\text{in}^2} = - 0.095\text{in}$ (downward)

(Exercise) تمرین

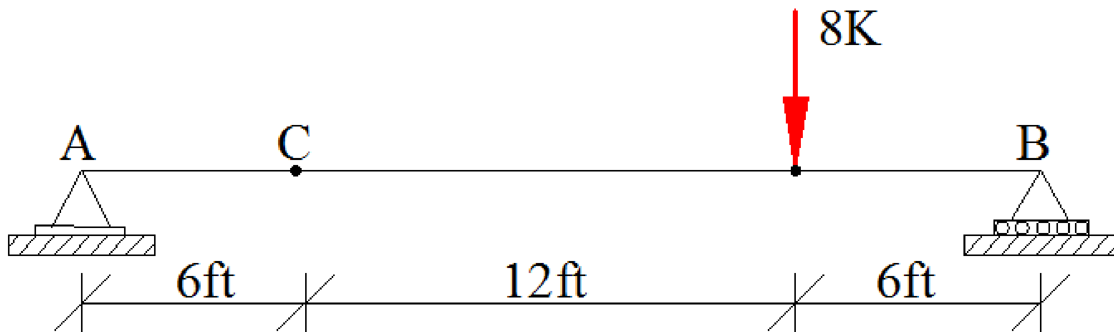
1) د ورکړ شوی ګاډر په C نقطه کی میلان (θ_C) پیدا کړی؟ $E=200GPa$ او $I=6*10^6\ mm^4$

use Moment Area method

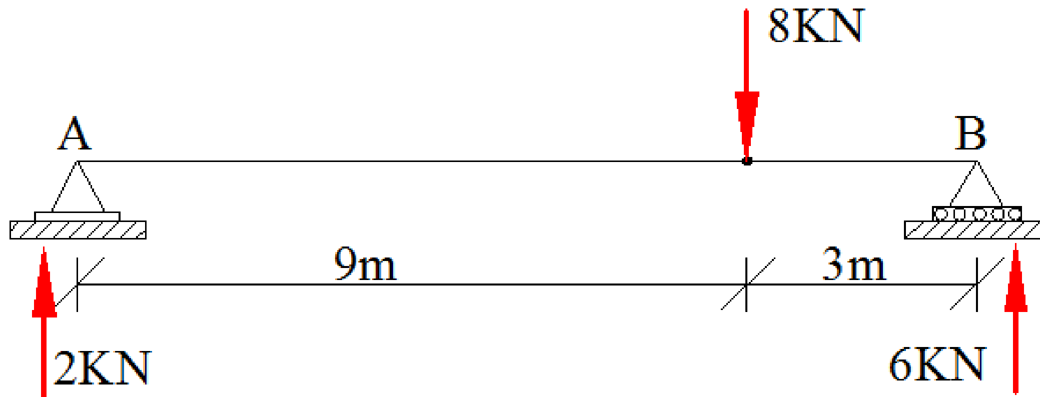


2) د ورکړ شوی ګاډر په C ټکی کی میلان (θ_C) پیدا کړی؟ $E=29*10^3 ksi$ او $I=600\ in^4$

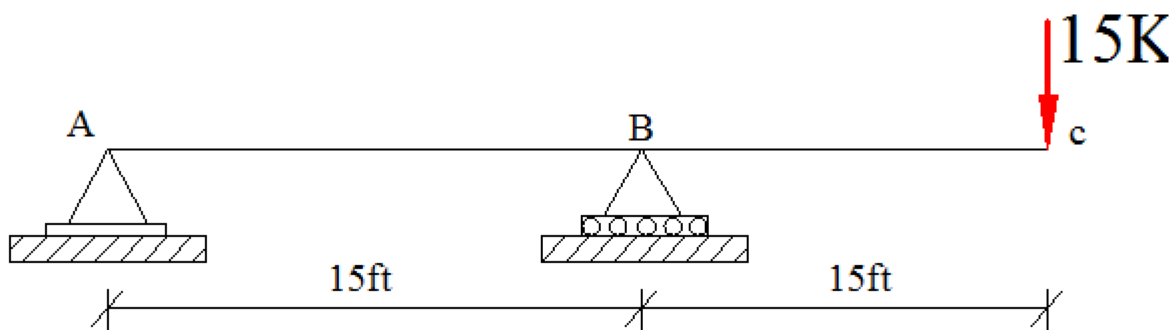
use Moment Area method



3) ورکړ شوی ګاډر کی اعظمی displacement (Δ_{max}) پیدا کړی ؟ E=200GPa او
use Conjugate Beam method $I=60*10^6mm^4$



4) د ورکړ شوی ګاډر په C ټکی کی (θ_C) او Δ_C پیدا کړی ؟ د EI قیمت ثابت دی.
Use moment Area method



5) د ورکړ شوی ګاډر په C ټکی کی (θ_C) او Δ_C پیدا کړی ؟ د EI قیمت ثابت دی.

Use conjugate Beam method

